

VORLESUNGEN
ÜBER
DESZENDENZTHEORIEN
MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG
DER BOTANISCHEN SEITE DER FRAGE

GEHALTEN
AN DER REICHSUNIVERSITÄT ZU LEIDEN

VON
DR. J. P. LOTSY.

===== ERSTER TEIL. =====
MIT 2 TAFELN UND 124 TEXTFIGUREN.

Mottos:

A l'égard des corps qui jouissent de la vie, la nature a tout fait peu à peu et successivement: il n'est plus possible d'en douter.
Lamarck 1809.

It occurs to me that it might be well to add a paragraph or two about the two chief objections made formerly and now to Darwin, the one that it is introducing chance as a factor in nature, the other that it is atheistic. Both are utter bosh. None but parsons believe in chance and the philosophical difficulties of Theism now are neither greater nor less than they have been ever since Theism was invented.
Huxley 1886.

It is not essential to Darwins theory that anything more should be assumed than the facts of heredity, variation and unlimited multiplication; and the validity of the deductive reasoning as to the effect of the last (that is of the struggle for existence it involves) upon the varieties resulting from the operation of the former.

Nor is it essential that one should take up any particular position in regard to the mode of variation, whether f. e. it takes place per saltum or gradually; whether it is definite in character or indefinite. Still less are those who accept the theory bound to any particular views as to the causes of heredity or of variation.

Huxley 1888.



VERLAG VON GUSTAV FISCHER IN JENA.
1906.


~~~~~  
ALLE RECHTE VORBEHALTEN.  
~~~~~

MEINEM FREUNDE
DR. J. W. C. GOETHART

SEIEN
DIESE VORLESUNGEN
ZUR ERINNERUNG AN
VIELE STUNDEN GEMEINSAMER ÜBERLEGUNG
GEWIDMET.

Vorrede.

Diese Vorlesungen bezwecken die Liebe zur Untersuchung deszendenz-theoretischer Fragen bei Studenten zu erwecken. Dazu schien es mir nötig, erstens die Stützen unserer deszendenz-theoretischen Auffassungen zu erörtern, und ich scheute nicht, dabei auf die Unvollständigkeit unserer Kenntnisse hinzuweisen. Dann wurde versucht, eine historische Übersicht über die Entwicklung der Deszendenzidee zu geben, welche in diesem Teile bis DARWIN reicht.

Der nächste Band wird die DARWINSche Theorie besprechen und die post-darwinsche Literatur behandeln, sowie die Wege andeuten, welche, meiner Meinung nach, verfolgt werden müssen um unsere Kenntnisse zu vertiefen.

Es bilden diese Vorlesungen also ein Lehrbuch; sollten sie ihren Zweck: Liebe zur Wissenschaft zu erwecken, erreichen, so wäre der Autor für seine Mühe reichlich belohnt.

Ich möchte diese kurze Vorrede nicht schließen, ohne Herrn Dr. Gustav Fischer, dem Verleger, für die Erfüllung meiner Wünsche sowohl in Bezug auf die Ausstattung des Buches, wie auf die schnelle Drucklegung bestens zu danken.

Leiden, am 11. September 1905.

J. P. Lotsy.

Inhaltsübersicht.

Erste Vorlesung.

Seite

Einleitung	1
----------------------	---

Evolution kann nicht alles erklären. Religion und Wissenschaft: HERBERT SPENCERS Meinung. Die letzten Konsequenzen religiöser Anschauungen.

Zweite Vorlesung.

Einleitung (Fortsetzung)	12
------------------------------------	----

Die letzten Konsequenzen wissenschaftlicher Anschauungen. KANTS Lehre. Es gibt keinen Streit zwischen Religion und Wissenschaft. Beide gelangen zu der gleichen Grundwahrheit.

Dritte Vorlesung.

Evolution	20
---------------------	----

Entstehung der Erde. Übergang von einem Element (Radium) in ein anderes (Helium). Generatio aequivoca. Unähnlichkeit zwischen Eltern und deren Kindern. Inwieweit läßt sich die Form eines Lebewesens verändern? Was ist ein Lebewesen? Abhängigkeit der Form von der Umgebung. KLEBS spezifische Struktur. Äußere und innere Bedingungen. Organisationsmerkmale und Anpassungsmerkmale.

Vierte Vorlesung.

Morphogene Reize	31
----------------------------	----

Photomorphosen. Baryomorphosen. Thigmomorphosen. Chemomorphosen. Hydromorphosen und Aeromorphosen. Xero- und Hygromorphosen. Kombinierte Wirkung mehrerer Faktoren, speziell nach KLEBS. Willkürliche Entwicklungsänderungen und Bedingungen der Fortpflanzung. REINKES Auffassung von der notwendigen Reihenfolge der einzelnen Entwicklungsphasen.

Fünfte Vorlesung.

Theorie der direkten Anpassung	54
--	----

PLATES Klassifikation der organischen Zweckmäßigkeit. Aktive und passive Anpassungen. Entstehen zweckmäßige Anpassungen notwendigerweise durch zweckmäßiges Respondieren auf Veränderungen verursachende Reize? Lamarckisten und Darwinisten. Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck. SPENCERS „direct“ Equilibration“. NÄGELIS direkte Bewirkung. WARMINGS direkte Anpassung. Biaimorphos, Biaiometamorphose und direkte Anpassung. Das experimentell nachgewiesene Vorkommen von Biaiometamorphosen darf bei der Aufstellung von Evolutionstheorien benutzt werden.

Sechste Vorlesung.

Erblichkeit	74
-----------------------	----

SPENCERS Theorie fußt auf den Erscheinungen der Regeneration. Physiologische Units. Regeneration bei Bryopsis. Heteromorphose bei Tubularia nach LOEB. HERBST über Regeneration bei Crustaceen. DARWINs provisional Hypothesis of Pangenesis. NÄGELIS Idioplasma. WEISMANNs Kontinuität des Keimplasmas. Ungleichwertige Zellteilungen. Soma und Keimbahnen.

Siebente Vorlesung.

Erblichkeit (Fortsetzung)	83
-------------------------------------	----

Einfluß der Entdeckung der Kerne auf die Erblichkeitstheorien. BOVERIS Larven mit nur väterlichen Eigenschaften. Kernteilung. Chromatin als Träger erblicher Eigenschaften. X- und 2X-Generation. Numerische Reduktion der Chromosome im Gonotokonten. Zusammenkunft und Trennung zwischen mütterlichen und väterlichen Chromosomen. Gleichwertige und ungleichwertige Zellteilung. WEISMANNs Iden. Determinanten. Biophoren. Die Erfahrung der Botaniker, daß jede Zelle des Pflanzenkörpers in stande ist, die Art zu reproduzieren, spricht gegen WEISMANNs ungleiche Teilungen. DE VRIES intrazelluläre Pangenesis. Keine morphologische Stützen dafür.

Achte Vorlesung.

Erblichkeit (zweite Fortsetzung)	99
--	----

GREGOR JOHANN MENDEL. MENDELs Monohybriden. Spaltungsgesetz. Hybride Pflanzen bilden keine hybriden Fortpflanzungszellen, sondern Fortpflanzungszellen, welche z. T. denen des Vaters, z. T. denen der Mutter gleich sind. MENDELs Versuche als Stütze für die Trennung der elterlichen Chromosomen im Gonotokonten. Dihybriden. Polyhybriden. Substanztausch zwischen den elterlichen Chromosomen im Gonotokonten in DE VRIESschem Sinne. Doppelsalze als Analogon. Unreinheiten bei der Spaltung. BATESON und Miss SAUNDERS Nomenklatur bei spaltenden Hybriden. Unterschied zwischen Reinzucht-Rezessiven und extrahierten Rezessiven. Atavismen bei Kreuzungen. Einfluß der Ahnen weißer Mäuse. Pleiotypie in F₁. Synthese eines „Walnut-Comb.“ Lassen sich die an Hybriden gewonnenen Resultate ohne weiteres auf die normale Vererbung bei Individuen einer Sippe übertragen? PEARSONs Theorie der reinen Gamete ohne Rücksicht auf Dominieren oder Rezessivsein.

Neunte Vorlesung.

Erblichkeit (dritte Fortsetzung). Die Variabilitätskurven .	119
---	-----

GALTONs Kraftverteilung bei einer Population. Distributionsschemata. M- und Q-Deviationsschemata. Die Kurven des Distributionsschemas und des Deviationsschemas sind identisch. Vergleichung zweier Schemata.

Frequenzkurven. $Q = \frac{0,477}{h}$. Normalkurven. GALTONs Zufallsapparat.

Kurve nach PEARSONs Theorie der reinen Gamete ist eine Normalkurve. Ein Kind ist das Resultat der Paarung zweier Individuen, welche verschiedenen Normalsystemen angehören. Wie kann man mit Gruppen arbeiten, als wären sie „Units?“. $q^2 = a^2 + b^2$. Erblichkeit der Länge bei Menschen. Mittlere Eltern. GALTONs Tabellen von Familiendaten und von speziellen Daten. Kontrollierung des graphisch gefundenen Q-Werts. Variabilität in Co-Fraternitates.

Zehnte Vorlesung.**Erblichkeit (vierte Fortsetzung). Filiale Regression . . . 137**

Regression und individuelle Varianten als Ausgangspunkte neuer Arten. Nach drei Generationen Rückschlag zum Typus. Bruderregression. Regression als Maß der Verwandtschaft. Tabelle zur genauen Konstruktion einer Normalkurve. Vererbung in einer Population. Weshalb sind aufeinanderfolgende Generationen einer Population einander gleich? Vererbung von Augenfarbe und Artistizität. Vererbung ist partikulär und alternativ. Der Einfluß der Ahnen. Berechnung beruht auf Regressionsgröße. Ist die Konstitution eines Lebewesens eine Funktion der Konstitutionen seiner Ahnen? Einfluß der Ahnen bei MENDELSchen Hybriden. Notwendigkeit in Vererbungsfragen mit reinen Sippen zu arbeiten. JOHANNSENS Bohnenversuche mit reinen Linien. GALTONS Regression beruht nach JOHANNSENS auf einer unwillkürlichen Auswahl bestimmter Sippen aus einem Sippengemisch.

Elfte Vorlesung.**Erblichkeit (Schluß) 151**

Die Konstitution eines Lebewesens ist eine Funktion der von seinen Ahnen produzierten Gameten. GALTONS und MENDELS Anschauungen über die Konstitution der Gameten. Verschiedene Möglichkeiten der Konstitution in F_1 . Dominanz und Blendung. Auftreten neuer, öfters atavistischer Formen. Pleiotypie. Reinheit der Gameten. Allelomorphs, einfache und zusammengesetzte. Analytische und synthetische Varietäten. Zerfall eines zusammengesetzten Allelomorphs in F_2 . Aufgaben der weiteren Erblichkeitsforschung. TSCHERMAKS Theorie der Kryptomerie. Mögliche Unreinheit der Gameten. Zusammenfassung. Mendelism und Selektion, illustriert am Beispiel der blauen Andalusier. BATESON über Gametogenesis, Mutation, Halbrassen. Schwierigkeiten der Unterscheidung zwischen einer mutierenden Form und einer Heterozygote. Spaltung kann kontinuierliche Variabilität vortäuschen. Nahrung und Normalkurven. Kontinuierliche Variabilität eine Manifestation der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten präexistierender Eigenschaften. Die Stelle des Individuums in der Kurve von der Ernährung abhängig. Häufiges Vorkommen der Normalkurven. KAPTEVNS Diagrammplatte.

Zwölfte Vorlesung 166

Die Evolutionsfrage definiert. Rekapitulation des Gelernten. Was bleibt noch zu erörtern übrig, bevor wir Evolutionstheorien behandeln können? Vererbung erworbener Eigenschaften. Mutilationen und Biaiometamorphosen. FISCHERS Versuche mit *Arctia Caja* L. Frl. v. CHAUVINS Versuche mit Axolotl. Die BROWN-SÉQUARDSchen Versuche mit Meerschweinchen. Wichtige Einwände gegen dieselben. ENGELMANNs und GAIDUKOVs Versuche mit *Oscillaria*. v. WETTSTEINs Versuche mit *Linum* und *Ricinus*. HANSENS sporenlose *Saccharomyces*. Abies- und Larix-Versuche CIESLARS. KLEBAHNS Versuche mit *Puccinia Smilacaeum-Digraphidis*. Farbenverlust bei *Micrococcus prodigiosus*. Virulenzverlust bei Bakterien. Nicht jede Biaiometamorphose ist erblich. BONNIERS Versuche mit Alpenpflanzen. Indirekte Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften: Dicke Haut an Händen und Füßen bei Neugeborenen. Schwielen bei *Phacochoerus*. Farbe der Menschenrassen. Pigmentarme Höhlentiere. GOEBELS Meinung über abgeflachte Wurzeln. Vikariierende Arten.

Dreizehnte Vorlesung.

Die diskontinuierliche Variabilität 179

Verschiedene Formen der Variabilität. Systematische Polymorphie. Elementäre Arten. Capsella-Kleinspezies. Durch Bastardierung verursachte Polymorphie. Spontane Abweichungen. Sprungvariationen. Dackelkrummbeiniges Pferd. Otterschafe. Monolepsis. Merinoschaf von Mauchamp. Hornlose Rinderrassen. Schwarzschulterpfau. Ziegenrassen. Dreihufige Schweine. Goldfischrassen. Kanarienvrassen. KORSHINSKY'S Beispiele von Heterogenese im Pflanzenreich. Nanisme. Plötzliche Variation des Stengels, der Laubkrone, der Blattform, der Blattfarbe, der Blütenfarbe, des Blütenbaus (Pelorien), der Blühzeit, der Früchte. Das Wesen der Heterogenese. Die Eigentümlichkeiten der heterogenetischen Merkmale. Die Seltenheit der Erscheinung. Bedingungen für die Heterogenese. KORSHINSKY'S Zusammenfassung über Heterogenese. Ist eine Sprungvariation eine seltene Kombination zweier extremer Gameten? Regressive und progressive Variation. Sprungvariationen meistens regressiv. Geringe Fruchtbarkeit der Sprungvarianten. Schwäche derselben. Nicht in voller Ausbildung auftretende Sprungvariationen. DARWIN'S Untersuchungen an Taubenrassen. Linaria hemipeloria DE VRIES und die daraus von ihm gezüchtete Linaria peloria. Capsella Heegeri.

Vierzehnte Vorlesung.

Die DE VRIESschen Mutanten 208

Oenothera Lamarckiana in Hilversum. Auftreten von O. brevistylis und O. laevifolia. O. Lamarckiana bei DE VRIES in Kultur. Die Lamarckiana-Familie. Eine elementäre Art kann plötzlich entstehen und sofort konstant sein und dennoch das Vermögen zur Bildung neuer Formen behalten. Auch Formen, welche noch nicht aus der Mutterart entstanden waren, z. B. O. leptocarpa aus O. rubrinervis. Eine inkonstante Mutante: O. scintillans. Die Scintilla-Eigenschaft ein zusammengesetzter Allelomorph. DE VRIES' Schlüsse. Ein Seitenzweig der Lamarckiana-Familie. O. elliptica nicht samenbeständig, liefert bei Selbstbestäubung bisweilen O. Lamarckiana. Hohe Prozentzahl an Mutanten bei lange aufbewahrten Samen. Die Laevifolia-Familie. Bei Selbstbestäubung liefern die Laevifoliae keine Mutanten. Zwei Lata-Familien. Die neuen Arten mutieren viel weniger wie die Lamarckiana. Kreuzungen fördern das Auftreten von Mutanten. Ist O. Lamarckiana vielleicht ein Bastard? Die neuen Arten betrachtet. O. laevifolia. O. brevistylis. O. gigas. O. rubrinervis. Ihr Mutationsvermögen gering und auf das Hervorbringen von O. lata und O. leptocarpa beschränkt. O. oblonga. O. albida. O. leptocarpa. O. semilata. O. nanella. O. scintillans. O. linearis. Auftreten derselben eine schwache Seite der Mutantendemonstration. DE VRIES hat das Auftreten neuer Formen nicht ganz einwandfrei bewiesen, die Mutanten können analytische Varietäten im Sinne BATESON'S sein. Womit keineswegs gesagt sein soll, daß Mutanten in DE VRIESschen Sinne nicht existieren, nur ist ihre Demonstration noch nicht einwandfrei. Auch BATESON denkt an die Möglichkeit einer früheren Kreuzung als Erklärung für das Auftreten der Mutanten. Die unfruchtbaren Arten. Die Hypothese der Prämutationsperiode.

Fünfzehnte Vorlesung.**Die Natur der Mutanten 238**

Die Eigenschaften der Mutanten sind an einen erblichen Träger gebunden. Kreuzungen: unisexuelle und bisexuelle. *Oenothera biennis* \times *O. muricata*. Mutant \times Mutant. Mutant \times Mutterart in der Mutationsperiode. Mutant \times Mutterart nach Beendigung der Mutationsperiode. Kreuzungen in der Mutationsperiode. Erbzahlen. Einfluß der Samenkraft auf die Erbzahlen. Einfluß der Pollenkraft auf die Erbzahlen. Hat DE VRIES die Existenz von Mutanten einwandfrei demonstriert? BATESONS meristische Variationen. Vielgipfelige Kurven als Zeichen einer Mischung oder Vermischung mehrerer Sippen. Halbe Kurven als Zeichen einseitiger Variation. Halbe Kurven verraten meistens die Anwesenheit einer Halbrasse. Halbassen, Mittelassen und konstante Varietäten. Zusammenfassung von DE VRIES' Resultaten. Progressive und retrogressive Mutationen. Latenz, Semilatenz und Aktivität der Anlagen. Vikariierende Merkmalspaare. Arten und Varietäten. Entstehung neuer Arten. Resümé des bis jetzt Behandelten.

Sechzehnte Vorlesung.**Die Evolutionstheorien 263**

Gibt es Tatsachen, welche das Stattfinden von Evolution beweisen? Die Ontogenie eine abgekürzte Phylogenie. Das Vorkommen eines Naupliusstadiums bei den Crustaceen. Ammoniten. HURSTS Einwendungen gegen die Auffassung der Ontogenie als eine abgekürzte Phylogenie. COPES Verteidigung derselben. HAECKELS Stellung. Mensch und Affe. Das Vergleichen von extremen Repräsentanten beider Reihen. Ist die Seele ein Ding sui generis? Das Gewissen. Die chemische Verwandtschaft zwischen Menschen und Affen.

Siebzehnte Vorlesung 281

Übersicht der vor DARWIN herrschenden Anschauungen über den Wert des Artbegriffes. BUFFON. Seine Gedanken über die Fortpflanzung. Anklänge seiner Ideen über *Molécules organiques* an DARWINS Pangenesis. Aristoteles über die Kontinuität der Lebewesen. LEIBNITZ über den gleichen Gegenstand. REAUMURS Einwendungen. FLOURENS und CUVIERS Meinung. CUVIERS Korrelationslehre.

Achtzehnte Vorlesung 302

Die Zweckmäßigkeit des Baues der Tiere. Der Zustand der Fortpflanzungslehre zur Zeit des ERASMUS DARWIN. HARVEYS *omnia ex ovo* bedeutet nicht: alles entsteht aus einem Ei. LEEUWENHOEKS Spermatozoenlehre. Übereinkunft derselben mit Aristoteles. Hippokrates' Auffassung. FABRICIUS VON AQUAPENDALE'S Untersuchungen an Hühnereiern. HARVEYS Untersuchungen darüber. DE GRAAFS Auffassungen sind der Hauptsache nach richtig. BUFFONS verfehlte Einwendungen. ERASMUS DARWINS Evolutionstheorie. GOETHES Auffassungen.

Neunzehnte Vorlesung 314

Die LAMARCKSche Theorie. LAMARCKS Auffassung über die Stellung des Menschen. WASMANN'S Auffassung darüber.

Zwanzigste Vorlesung 332

LYELLS Übersicht über die Geschichte der Geologie. Die Auffassung in den Vedas. Der Glaube an eine allgemeine Sintflut. Die Kosmogonie der Ägypter. Pythagoras', vernünftige Anschauungen über die Geologie seiner Zeit. Die Lehren der Katastrophen. Arabische Vorstellungen. Der Streit über den Ursprung der Fossilien. LEONARDO DA VINCI'S Meinung. FRACASTORO'S richtige Auffassungen. MATTIOLI'S und FALLOPIA'S widersinnige Auffassungen. QUIRINI gegen den Sintflutgedanken. Die Italiener geben den Anstoß zu besseren Auffassungen. MORAS Spott über die herrschenden Meinungen. BUFFON'S Kosmogonie. LEHMANN'S Einteilung der Berge. FÜCHSEL'S Bestrebung, die geologischen Erscheinungen auf natürlichem Wege zu erklären. WERNER'S Neptunismus. DE SAUSSURE'S Einwendungen. VOIGT'S richtige Auffassungen über die Entstehung des Basalts. HUTTON'S Vulkanismus. WILLIAM SMITH'S Entdeckung der Leitfossilien. BROGNIART, CUVIER. CUVIER'S Katastrophenlehre. LYELL über die Vorurteile, welche die Entwicklung der Geologie hemmten. LYELL'S Nachweis der ununterbrochenen und allmählichen Erdgeschichte. HOFMEISTER als Bereiter des botanischen Bodens für den Empfang von Darwin's Theorie. PFITZER'S Biographie von Hofmeister. SACHS über Hofmeisters Arbeiten.

Einundzwanzigste Vorlesung 357

Das Leben CHARLES DARWIN'S. Seine Reise mit der Beagle. Die Geschichte der Entstehung der Origin of Species. Seine Untersuchung des Galapagosarchipels als die direkte Veranlassung zu seiner Theorie. WALLACE'S Theorie. Wie wird die Theorie empfangen? HUXLEY'S Geschichte über diese Periode.



Erste Vorlesung.

Einleitung.

Evolution kann nicht alles erklären, p. 1. Religion und Wissenschaft: HERBERT SPENCERS Meinung, p. 2. Die letzten Konsequenzen religiöser Anschauungen, p. 5.

Meine Damen und Herren!

Das Problem, in welches ich Sie einführen möchte, handelt von einer Frage, welche von Alters her den menschlichen Geist beschäftigt hat: es handelt sich um die Entstehung aller Dinge, aus welchen die Welt zusammengesetzt ist.

Es existieren über die Entstehung der Erde oder, weiter gefaßt, über den Ursprung des Weltalls und die darin lebenden Wesen zwei Hauptmeinungen, welche einander immerfort bekämpfen: Religion und Wissenschaft.

Diese zwei Auffassungen, deren jede von ihren Anhängern bis zum bitteren Ende verteidigt wird, können in der gewöhnlichen antagonistischen Form, in welcher man gewohnt ist, sie uns vorzulegen, unmöglich beide richtig sein. Es ist aber eine ganz andere Frage, ob nicht beide einen gemeinsamen Wahrheitskern besitzen, welcher Kern von beiden oder von einem von beiden, dermaßen unter Äußerlichkeiten verborgen wird, daß er sich gewöhnlich unserer Wahrnehmung entzieht, und ob nicht beide Parteien statt sich um den Kern, dem einzig wesentlichen Teil beider Meinungen, zu streiten, sich nur um die Äußerlichkeiten in die Haare fahren.

Wäre es möglich, zu zeigen, daß Religion und Wissenschaft in ihren äußersten Konsequenzen zur gleichen Wahrheit gelangen, so würden die Besten beider Parteien — es brauchen dies nicht grade die Führer zu sein — zusammenhalten können, statt sich zu bekämpfen.

Das wir von diesem Idealzustande noch weit entfernt sind, zeigt leider der jetzige Kampf zwischen den sogenannten religiösen und nicht religiösen Parteien in unserem Lande.

Dennoch wurde bereits vor 40 Jahren von HERBERT SPENCER in seinen „First Principles“ in ebenso scharfsinniger als sanftmütiger Weise, meiner Ansicht nach, unwiderleglich dargetan, daß Religion und Wissenschaft in ihren letzten Konsequenzen zum gleichen Resultat führen, daß beide Auffassungen im Grunde dieselben sind, ja daß die Religion ihre allmähliche Vervollkommenung in erster Linie der Wissenschaft verdankt, während die Wissenschaft der Religion Dank zollen sollte für die Verbreitung ihres Lichts, wenn auch dieses Licht vielfach durch

zahllose farbenreiche Schirme getrübt wurde, mit welchen übereifrige Priester die Schönheit desselben zu erhöhen meinten.

Ich wünsche Sie mit SPENCERS Erörterungen bekannt zu machen, weil man oft die dennoch völlig falsche Meinung verkündigen hört: es wolle die Evolution alles erklären, und es wäre die Deszendenz mit der Negation einer jeden Gottesidee unzertrennlich verbunden.

Ich hoffe Ihnen im Gegenteil zu zeigen, daß nur ein ganz kleiner, aber ein sehr wichtiger Teil der Erscheinungen durch die Evolutionsidee aufgeklärt werden kann; dabei wird es Ihnen klar werden, daß unser beschränkter Menschenverstand nur innerhalb gewisser Grenzen die Erscheinungen deuten kann, daß es innerhalb einer Hohlkugel, welche vielleicht nur einen geringen Teil des Ganzen umfaßt, beschlossen ist.

Außerhalb dieser Hohlkugel, welche gewiß nur einen Teil des Existierenden umfaßt, kann unser Verstand sich ebensowenig ausbreiten, wie der Adler es vermag, sich über unsere Atmosphäre zu erheben.

Es ist dies übrigens in vollstem Einklang mit dem Gedanken der Evolution, welche wohl als erste Konsequenz ihrer Lehre annehmen muß, daß wir nur ein Glied in der Evolutionskette darstellen, daß wir nicht die denkbarsten vollkommensten Wesen sind, sondern nur die am besten denkenden derjenigen Wesen, welche jetzt die Erde bevölkern.

Unser Denkvermögen, unser Intellekt muß demnach beschränkt sein: es läßt sich erwarten, daß nach uns, oder vielleicht mit uns, auf anderen Planeten, Wesen sich entwickeln werden oder bereits existieren, deren Denkkraft eine größere Hohlkugel umfaßt als die unsrige.

Falls dieses richtig ist, und davon hoffe ich Sie zu überzeugen, liegt die Schlußfolgerung auf der Hand.

Derjenige, welcher versucht sich eine Vorstellung des Unvorstellbaren zu machen, tut auf geistigem Gebiete etwas ebenso Nutzloses, wie ich auf materiellem Gebiete tun würde, wenn ich zu fliegen versuchte.

Wir können die Bildung von derartigen Vorstellungen etwaigen zukünftigen höheren Intellekten überlassen oder, falls wir an ein Bewußtsein nach dem Tode glauben, aufschieben bis ins Jenseits.

Gesunder Menschenverstand heißt uns zu verharren innerhalb der für unsere Denkkraft gesetzten Hohlkugel und zu versuchen, alles was sich darin befindet zu erklären. Und wenn man sich darauf beschränkt wird dennoch keiner über Arbeitsmangel zu klagen haben.

Wir wollen also jetzt unter SPENCERS Führung sehen, wo der Streit zwischen Religion und Wissenschaft aufhört und uns zu diesem Zwecke beschäftigen mit den

letzten Konsequenzen der religiösen Ideen.

Wir können uns eine Vorstellung einer kleinen Kugel, etwa einer Büchsenkugel machen, weil wir uns deren gebogene Grenzfläche auf einmal vorstellen können, wir können von dem Dasein einer Biegung der Erdoberfläche eine Ahnung bekommen durch die Beobachtung weit entfernter Schiffe an der Meeresküste, wobei wir sehen, daß der Rumpf dieser Schiffe unterhalb des Horizonts sich befindet, aber wir können uns keine Vorstellung der Erde als Ganzes machen, weil wir uns die große gebogene Grenzfläche nicht auf einmal vergegenwärtigen können. Wer daran zweifelt, versuche es, indem er sich bemüht, die Biegung der Erdoberfläche von dem Pol bis zum Äquator in Gedanken in wirk-

licher Größe zu verfolgen; er wird bemerken, daß er inzwischen die Konzipierung der Erdkugel als Ganzes verliert.

Dennoch haben wir von der Gestalt der Erde eine gewisse Vorstellung, keine direkte aber, sondern eine indirekte. Jedesmal wenn wir uns die Erde vorstellen wollen, verkleinern wir dieselbe in Gedanken zu einem Globus; demnach ist dasjenige, was wir uns vorstellen nicht die Erde, sondern der Erdglobus.

Wir haben also die Erde, welche für unser Vorstellungsvermögen zu groß ist, reduziert und uns nur dadurch ein Bild der Erde errungen, daß wir an die Stelle der Wirklichkeit ein Symbol, den Erdglobus, stellten.

Dennoch sprechen wir — durch die Macht der Gewohnheit — als hätten wir uns eine Vorstellung der Erde selbst gebildet und als könnten wir ebenso leicht den Begriff Erde konzipieren als den Begriff Büchsenkugel.

Ein großer Teil unserer Begriffe, nämlich sämtliche allgemeine Begriffe, können wir nur mittels derartiger Symbole konzipieren.

Große Maße, lange Zeitdauer, große Zahlen werden nicht direkt konzipiert, sondern alle nur mehr oder weniger symbolisch empfangen, und so geht es mit allem:

Falls eine bestimmte Persönlichkeit genannt wird, bilden wir uns eine annähernd komplette Vorstellung von ihr. Reden wir aber von der Familie, welcher sie angehört, so werden wir uns voraussichtlich nur einzelner ihrer Verwandten erinnern können; wir realisieren in Gedanken nur den hervorragendsten oder uns persönlich am besten bekannten Vertreter ihrer Familie und gleiten über den Rest einfach hinweg mit der passiven Überzeugung, daß wir, wo nötig, unsere Vorstellung kompletieren könnten. Wird etwas von der Klasse, wozu jene Familie gehört, gesagt, z. B. von Bauern, so vergegenwärtigen wir uns keineswegs alle Individuen, welche zu dieser Klasse gehören; wir wissen sogar, daß wir, falls dies von uns verlangt werden sollte, nicht dazu imstande wären; aber es genügt, einige Beispiele aus dieser Klasse herauszugreifen und zu bedenken, daß wir diese ad libitum vermehren können. Gesetzt den Fall, es würde von einer ganzen Nation, z. B. von Deutschen geredet, so ist die Vorstellung, welche wir uns bilden, eine noch weniger genaue Vorstellung vom Ganzen; weit unklarer noch wird das Bild, wenn wir von Europäern oder von Menschen im allgemeinen sprechen.

Und kommen wir einmal zu Begriffen, wie Säugetiere oder Vertebraten, oder gar Tiere im weitesten Sinne, so ist die Übereinstimmung zwischen unseren Gedanken und den genannten Objekten schon sehr gering.

Diese Beispiele lehren uns, daß, sobald die Zahl der Objekte, welche wir in Gedanken zu vereinigen suchen, zunimmt, die an einer kleinen Zahl typischer Beispiele gewonnene Vorstellung zusammen mit der Möglichkeit diese zu vermehren, mehr und mehr symbolisch wird, nicht nur weil die Vorstellung allmählich nicht imstande ist die Größe der Gruppe zu umfassen, sondern auch, weil die Gruppe nicht nur größer, sondern mehr und mehr heterogen wird; die typischen Beispiele, an welche wir denken, repräsentieren je länger je weniger sämtliche Objekte, welche die Gruppe bilden.

Die Bildung symbolischer Vorstellungen ist dennoch ein nützlicher, ja sogar ein notwendiger Prozeß.

Falls es sich nicht handelt um Sachen, deren Eigenschaften in einem einzigen Bewußtseinsmoment kapiert werden können, sondern um Objekte, deren Eigenschaften zu groß oder zu zahlreich dazu sind, müssen wir entweder in Gedanken einen Teil dieser Eigenschaften vernachlässigen oder gar nicht über ein solches Objekt denken, also: entweder eine mehr oder weniger symbolische Vorstellung oder gar keine Konzipierung.

Aber während es nur auf diesem Wege möglich ist, über allgemeine Sachen nachzudenken und so zu allgemeinen Schlußfolgerungen zu gelangen, werden wir dagegen auch leicht dadurch irre geführt.

Wir haben ganz ungerechterweise die Gewohnheit angenommen, unsere symbolischen Vorstellungen für wirkliche zu halten.

Dadurch werden wir zu der Meinung verführt, daß wir in der Tat die verschiedensten Sachen verstanden haben, welche wir nur, in dieser fiktiven Weise, unserem Begriffe genähert hatten und auch dazu gebracht um damit gewisse Sachen zu verwirren, welche überhaupt nicht begriffen werden können.

Wie dies geschieht, macht SPENCER uns klar:

Der Übergang von Objekten, welche wir leicht als Ganzes kapierten können, zu solchen, von denen wir uns nicht einmal eine approximative Vorstellung bilden können, findet so allmählich statt, daß wir es nicht bemerken.

Zwischen einer Büchsenkugel und der Erdkugel kann eine Serie von Größen interpoliert werden, deren jede von der vorangehenden sowie von der nächstfolgenden so wenig abweicht, daß es sich nicht bestimmen läßt an welchem Punkte dieser Reihe unsere Vorstellung inkomplett wird.

Wir gelangen also mittels unendlich kleiner Schritte von wirklichen zu symbolischen Vorstellungen.

Ich bitte jetzt zu beachten, daß wir daran gewöhnt sind unsere symbolischen Vorstellungen für wirkliche zu halten, nicht nur weil wir die Grenzen zwischen beiden nicht genau bestimmen können, sondern auch weil die ersteren gerade so gut oder fast ebensogut unseren Zwecken genügen wie die letzteren. Wir wissen, daß die sehr unvollkommenen Vorstellungen, welche wir uns täglich von ganz gewöhnlichen Sachen bilden, zu viel genaueren ausgebildet werden können wenn wir unsere Gedanken besser darauf konzentrieren. Die Vorstellungen dieser größeren Zahl oder dieser größeren Klasse von Objekten, von welchen wir uns — wie wir wissen — keine direkten Vorstellungen machen können, können dennoch verifiziert werden, mittels irgend eines indirekten Meß- oder Zahlprocédés. Und sogar in dem Falle eines ganz unfaßbaren Objektes, wie das Sonnensystem, erhalten wir, indem die Voraussetzungen, welche wir auf unsere Vorstellung aufbauen, sich als richtig erweisen, die Überzeugung, daß diese symbolische Vorstellung der Ausdruck der Wirklichkeit ist und bis zu einem gewissen Grade ein richtiges Bild der konstituierenden Beziehungen gibt.

In dieser Weise gewöhnen wir uns mehr und mehr an die Auffassung daß unsere symbolischen Vorstellungen der Wirklichkeit entsprechen und akzeptieren wir dieselben ohne weitere Verifikation.

Aber so öffnen wir jenen symbolischen Vorstellungen Tor und Tür, welche behaupten bekannten Sachen zu entsprechen, welche aber

im Gegenteil stehen an Stelle von Sachen, deren Erkenntnis für uns unmöglich ist.

Zusammenfassend müssen wir also sagen, daß unsere Vorstellungen nur dann komplet sind wenn die Eigenschaften des konzipierten Objektes derart sind, daß sie in unserem Bewußtsein so nahe aneinander liegen, daß es scheint, als wären wir uns sämtlicher Eigenschaften gleichzeitig bewußt,

daß, wenn die vorgestellten Objekte größer und komplizierter werden, einige ihrer Eigenschaften, und zwar die zuerst apperzipierten, in unserem Bewußtsein verschwinden bevor die übrigen erschienen sind, und daß also die gebildete Vorstellung unvollständig wird;

daß, wenn Größe und Kompliziertheit des Objektes zunehmen, die Vorstellung nur mehr ein Symbol des wirklichen Gegenstandes wird;

daß, trotzdem, solche für unser Denken unentbehrliche Vorstellungen zulässig sind, solange wir durch tieferes Nachdenken oder mittels eines indirekten Gedankenprocédés oder durch die Realisierung von Prophezeiungen, welche auf dieser symbolischen Vorstellung fußen, uns überzeugen können, daß sie der Wirklichkeit entsprechen;

aber daß, sobald unsere symbolischen Vorstellungen derart sind, daß weder tieferes Nachdenken, sei es direkt oder indirekt, uns die Überzeugung geben, daß korrespondierende Wirklichkeiten existieren, noch Deduktionen gemacht werden können, deren spätere Richtigbefindung uns dies beweist, solche Vorstellungen gänzlich unzuverlässig und illusorisch sind und in keiner Weise von purem Wahn unterschieden werden können.

Und jetzt, verehrte Zuhörer, wollen Sie mir erlauben, den Einfluß dieser allgemeinen Wahrheit auf die Angelegenheit, welche uns beschäftigt, auf die letzten Konsequenzen religiöser Ideen zu erörtern:

Jedem Wilden, jedem zivilisierten Kinde drängt sich einmal der Gedanke auf: Was ist das Weltall und woher kommt es?

Um die Leere, welche dieser Gedanke erzeugt, auszufüllen, ist die erste beste Theorie, welche sich präsentiert, besser als gar keine, so daß, bei Ermangelung anderer, die erste Erklärung, welche geboten wird, leicht Wurzel schießt und dann heranwächst, teils infolge der Leichtigkeit mit der der Mensch auf der Hand liegende Erklärungen akzeptiert, teils infolge des Autoritätsglaubens, welcher sich schon bald solcher akzeptierten Erklärungen bemächtigt.

Eine kritische Untersuchung wird uns aber bald zeigen, daß nicht nur keine einzige vorgeschlagene Hypothese aufrecht erhalten werden kann sondern daß überhaupt keine haltbare Hypothese gedacht werden kann.

Man kann sich über den

Ursprung des Weltalls

drei verbal verständliche Vorstellungen machen: es ist entweder selbstexistierend, oder selbstgeschaffen, oder geschaffen durch eine äußere Wirkung.

Es ist überflüssig zu fragen welche dieser drei Suppositionen die glaubwürdigere ist. Weit wichtiger ist die Frage ob eine der drei kapiert werden kann, das heißt wahrhaft begreiflich ist.

Fangen wir mit der Selbstexistenz an. Damit meinen wir, das ist klar, eine Existenz unabhängig von einer anderen — nicht hervorge-

bracht von einer anderen; die Behauptung einer Selbstexistenz ist nur eine indirekte Negierung einer Schöpfung.

Da wir also den Gedanken an eine vorhergehende Ursache ausschließen, schließen wir notwendigerweise den Gedanken eines Anfangs aus, denn die Annahme eines Anfangs — die Annahme, daß an einem gewissen Zeitpunkt die Existenz noch nicht begonnen hatte — gibt zu daß der Anfang von irgend etwas bestimmt, also verursacht war, was eine Contradictio ist.

Selbstexistenz meint also notwendigerweise Existenz ohne Anfang und kein Denkversuch kann uns eine Vorstellung einer Existenz ohne Anfang geben.

Um eine Existenz von einer unendlichen Vergangenheit zu konzipieren wäre es notwendig sich eine unendliche Vergangenheit vorstellen zu können, was unmöglich ist.

Und sogar, falls Selbstexistenz begreiflich wäre, was wäre damit gewonnen? Gewiß keine Erklärung; denn wer wird behaupten daß die gegenwärtige Existenz eines Objekts erklärt wird durch das Bewußtsein, daß es bereits vor einem Jahre oder bereits vor einer Million Jahren existierte; und sogar, falls wir uns durch die Addierung einer ungeheuren Zahl von endlichen Perioden vorstellen könnten, daß das betreffende Objekt bereits seit einer unendlichen Periode existierte, würde dadurch nichts erklärt werden.

Die vollständig atheistische Theorie ist demnach undenkbar und sogar, falls sie denkbar wäre, würde sie nichts erklären.

Die Hypothese der Selbstschöpfung, praktisch ausgedrückt die pantheistische Hypothese, ist ebenso unfassbar.

Um in der Tat Selbstschöpfung zu konzipieren, sollte man sich eine potentielle Existenz vorstellen können, welche durch irgend eine inhärente Notwendigkeit übergeht in wirkliche Existenz, was wir nicht können. Wir können uns keine Vorstellung von einer potentiellen Weltexistenz im Gegensatz zu einer wirklichen Weltexistenz bilden.

Falls dergleichen in Gedanken erscheinen könnte, sollte potentielle Existenz vorstellbar sein als Etwas, also als eine wirkliche Existenz; anzunehmen, es sei als Nichts vorstellbar, würde zu zwei Absurditäten führen: daß Nichts mehr sei als eine Negation und positiv konzipiert werden könne und daß das eine Nicht verschieden sei von allen anderen Nichtsarten, indem es die Macht besitze, sich zu Etwas zu entwickeln.

Und sogar damit wäre die Sache noch nicht erledigt, denn kein Bewußtsein wird erweckt durch „eine inhärente Notwendigkeit, wodurch potentielle Existenz zu wirklicher Existenz wird“.

Um dieses zu konzipieren sollte man sich vorstellen können, daß Existenz seit undenklicher Zeit in einer Daseinsform vorhanden, ohne irgend einen äußeren und hinzukommenden Impuls in einer anderen Daseinsform eintritt, und dies zwingt zur Vorstellung einer Veränderung ohne Ursache, etwas Undenkbares.

Demnach repräsentieren die Voraussetzungen dieser Hypothese keine wirklichen Ideen, sondern repräsentieren nur die vagsten Symbole ohne mögliche Interpretierung.

Überdies: gesetzt den Fall, es könnte potentielle Existenz konzipiert werden im Gegensatz zu wirklicher Existenz, und der Übergang der letzteren in die erstere wäre als eine selbstbestimmte Veränderung vorstellbar, würde dies uns auch nur einen Schritt weiter bringen?

support. The
and Kaira, to
the chouth o
The British g
come securit
government t
rupees, the re
14 lakhs an
dating this d
the examinatio
ing accounts
Peishwa to t
European int
of aggression
the acquiesce
Such w
articles of
Major Walker
intended to
Geekwar's
assein.*

Über den Ursprung einer solchen latenten Kraft könnte man nur die gleichen Suppositionen machen wie vorher: Selbstexistenz, Selbstschöpfung oder Entstehung durch eine äußere Einwirkung,

Die Selbstexistenz eines potentiellen Weltalls ist um nichts begreiflicher als die Selbstexistenz des wirklichen Weltalls.

Die Selbstschöpfung eines solchen potentiellen Weltalls würde die gleichen Schwierigkeiten mit sich bringen als die, welche wir jetzt besprechen; diese Auffassung würde zu der Vorstellung eines mehr entfernten potentiellen Weltalls führen und so weiter, ad infinitum, während, sobald wir als Ursache einer potentiellen Existenz eine äußere Wirkung annehmen, die Einführung des Begriffes „potentielles Weltall“ ohne jeglichen Nutzen wäre.

Es bleibt also nur die am meisten verbreitete Auffassung, die theistische Hypothese — Schöpfung durch eine äußere Ursache — zu berücksichtigen.

Sowohl in den rohesten Glaubensformen wie in der Kosmogonie, welche bei uns lange Geltung hatte, wird angenommen, daß Himmel und Erde verfertigt wurden etwa in der Weise, wie ein Tischler ein Möbelstück macht. Dies ist keine Vorstellung nur von Theologen, sondern der meisten Philosophen, vergangener und moderner Zeiten. Sowohl in PLATOS Schriften wie in denjenigen manches rezenten Autors wird ein Analogon akzeptiert zwischen dem Schöpfungsvorgang und der Anfertigung irgend eines Gegenstandes.

Von allem Weiteren abgesehen, ist dies aber nicht die fundamentale Frage; nicht wie das Material zu Himmel und Erde verarbeitet wurde, interessiert uns, aber was wir wissen wollen, ist, wo das Material herkam.

Das wahre Mysterium ist die Produktion von Substanz aus Nichts und dies kann weder durch obiges Bild, noch durch irgend ein anderes begreiflich gemacht werden, und ein Bild, welches dieser Anforderung — begreiflich machen — nicht genügt, ist für unsere Zwecke wertlos.

Noch klarer wird uns die Unzulänglichkeit dieser Schöpfungshypothese wenn wir von der Betrachtung materieller Objekte übergehen zur Betrachtung desjenigen, worin diese beschlossen sind — wenn wir statt der Substanz den Raum betrachten.

Wenn im Anfang nichts existierte als ein unendlicher Raum, so ist die Erklärung dieses Raumes ebenso notwendig, wie irgend etwas anderes. Sofort würde sich uns die Frage aufdrängen: Woher dieser Raum?

Wäre die Theorie einer Schöpfung durch eine äußere Einwirkung befriedigend, so sollte uns die Antwort genügen: Raum wurde in gleicher Weise wie Substanz gemacht. Die Unmöglichkeit dieser Vorstellung ist aber so evident, daß keiner dies zu behaupten wagt. Denn falls der Raum geschaffen wurde, muß er früher nicht existiert haben. Die Nichtexistenz des Raumes kann aber von keinem Denkversuch konzipiert werden.

Eine der uns allen gemeinsamen Wahrheiten ist diese: daß der Gedanke, der Raum umgebe uns von allen Seiten, keinen Augenblick verlassen werden kann — nicht nur sind wir gezwungen, uns jetzt den Raum als überall vorhanden zu denken, sondern wir können uns ebensowenig dessen Abwesenheit in der Vergangenheit oder in der Zukunft vorstellen. Und falls die Nichtexistenz des Raumes unfassbar ist, so ist von selbst die Schöpfung desselben um so unbegreiflicher.

Und sogar, falls es möglich wäre die Entstehung des Weltalls als das Resultat einer äußeren Einwirkung zu konzipieren, so würde das Mysterium gerade so groß bleiben, wie vorher; denn dann würde man sofort die Frage stellen müssen: Woher stammt diese äußere Einwirkung?

Diese Frage kann nur wieder mittels drei verschiedener Vorstellungen erörtert werden; durch dieselben drei Hypothesen: Selbstexistenz, Selbstschöpfung und Schöpfung durch eine äußere Einwirkung.

Die letzte ist nutzlos, sie führt uns zur Annahme einer unendlichen Reihe gleichwertiger Einwirkungen und läßt uns sogar dann so unbefriedigt wie vorher; die zweite führt zu denselben Schwierigkeiten, da, wie wir gezeigt haben, Selbstschöpfung zur Annahme einer unendlichen Reihe von potentiellen Existenzzuständen führt.

Wir müssen also zurückkehren zur Selbstexistenz dieser äußeren Einwirkung, zur Idee der Selbstexistenz des Schöpfers, welche Meinung oft für richtig gehalten wird.

Aber diejenigen, welche kein selbstexistierendes Weltall akzeptieren können und deswegen einen Schöpfer als Ursache des Weltalls akzeptieren, nehmen dann an, daß sie wohl die Selbstexistenz eines Schöpfers konzipieren können. Das ist absurd. Wir haben bereits früher gezeigt, daß Selbstexistenz absolut unverständlich ist, und dies trifft zu, unabhängig von der Natur des betrachteten Objekts.

Wer annimmt die rein atheistische Theorie sei unhaltbar, weil sie den unmöglichen Gedanken einer Selbstexistenz enthält, muß zugeben, daß die theistische Hypothese unhaltbar ist wenn sie dieselbe unmögliche Vorstellung enthält.

Wir kommen also zum Resultat, daß die drei verschiedenen Auffassungen über den Ursprung der Dinge undenkbar sind.

Es handelt sich hier nicht um eine Frage der Wahrscheinlichkeit oder der Glaubwürdigkeit, sondern überhaupt um die Vorstellbarkeit dieser Hypothese.

Die Erfahrung zeigt, daß die Elemente dieser Hypothesen sogar nicht zum Bewußtsein kommen können und wir können sie nur aufrecht erhalten in der gleichen Weise, wie wir solche Pseudogedanken wie eine viereckige Flüssigkeit oder eine moralische Substanz aufrecht erhalten, das heißt durch Verzichtleistung auf jeglichen Versuch sie in wirkliche Gedanken umzusetzen.

Wie verschieden also die atheistischen, die pantheistischen und die theistischen Hypothesen auch scheinen, so enthalten dennoch alle drei die gleiche letzte Konsequenz: Es ist unmöglich, an irgend einem Punkte der Annahme einer Selbstexistenz zu entkommen und ob man diese Annahme nun unverhüllt sieht oder in den mannigfachsten Verhüllungen, sie bleibt einfach undenkbar.

Ob es sich nun um ein Substanzfragment handelt oder um irgend eine phantastische potentielle Substanzform oder um noch weiter entfernte und noch weniger vorstellbare Ursachen, eine Kopierung von Selbstexistenz kann nur durch eine Verknüpfung dieser Vorstellung mit einer unendlichen Vergangenheit gewonnen werden. Da nun unendliche Dauer unvorstellbar ist, ist es unmöglich uns das Weltall als selbstexistierend vorzustellen, und da dies so ist, multiplizieren wir nur Denkmöglichkeiten durch jeglichen Versuch seine Existenz zu erklären.

Wenn wir uns nun von dem Ursprung des Weltalls abwenden und die Natur desselben betrachten, so erheben sich die gleichen unüberwindlichen Schwierigkeiten von allen Seiten.

Einerseits sind wir gezwungen, uns gewisse Vorstellungen zu machen, andererseits bemerken wir, daß sich diese Vorstellungen nicht in Gedanken vergegenwärtigen lassen.

Wenn wir nach der Bedeutung der verschiedenen Effekte unserer Sinnesorgane fragen — wenn wir fragen, wie wir in unserem Bewußtsein die Eindrücke von Lauten, Farben oder Geschmack empfangen oder Eindrücke erhalten von den verschiedenen Eigenschaften, welche wir den Gegenständen zuschreiben, so müssen wir sie als die Äußerung irgend einer Ursache betrachten.

Wir dürfen diese Ursache als materiell auffassen, oder wir können annehmen es sei Substanz nur eine bestimmte Manifestationsweise des Geistes, oder, indem wir Substanz und Geist als einander nahestehende Wirkungen betrachten, können wir alle Veränderungen in unserem Bewußtsein einer direkten göttlichen Macht zuschreiben, aber in all diesen Fällen müssen wir irgend eine Ursache annehmen.

So kommen wir schließlich zur Annahme einer ersten Ursache.

Wenn wir aber jetzt einen Schritt weitergehen und nach der Natur dieser ersten Ursache fragen, werden wir mit unerbittlicher Logik zu einigen weiteren Schlußfolgerungen gezwungen.

Ist die erste Ursache endlich oder unendlich? Falls wir „endlich“ sagen, geraten wir in ein Dilemma. Stellen wir uns die erste Ursache als irgend etwas Endliches vor, so muß sie beschränkt sein. Sie uns als beschränkt zu denken, bringt aber die Vorstellung von irgend etwas außerhalb ihrer Grenzen mit sich: es ist einfach unmöglich, irgend etwas als beschränkt zu konzipieren ohne der Vorstellung eines Raumes außerhalb seiner Grenzen. Was sollen wir nun von diesem Raum sagen? Falls die erste Ursache begrenzt ist und also irgend etwas außerhalb ihrer Grenzen liegt, muß dieses Etwas keine erste Ursache haben — also nicht verursacht sein.

Sobald wir aber zugeben, daß irgend etwas ohne Ursache existieren kann, ist auch kein Grund mehr vorhanden, eine Ursache für irgend etwas anderes anzunehmen. Falls außerhalb des endlichen Raumes, über welchen die erste Ursache sich verbreitet, ein Raum liegt, welchen wir gezwungen sind, als unendlich zu betrachten, über welchen die erste Ursache sich nicht ausstreckt — falls wir annehmen, daß ein unendlich Unverursachtes ein endliches Verursachtes umgibt, verlassen wir stillschweigend die ganze Kausalhypothese. Es ist demnach unmöglich, die erste Ursache als endlich zu betrachten. Und falls sie nicht endlich sein kann, muß sie unendlich sein.

Es gibt noch eine andere unvermeidliche Annahme die erste Ursache betreffend. Sie muß unabhängig sein. Falls sie von irgend etwas anderem abhängt, kann sie keine erste Ursache sein, denn dann würde dasjenige, von dem sie abhängt, die erste Ursache sein.

Aber, wenn wir uns die erste Ursache als vollkommen unabhängig denken, müssen wir uns sie denken als diejenige, welche existiert in der Abwesenheit von jeglicher anderen Existenz, weil, falls die Anwesenheit von irgend einem anderen Sein notwendig ist, die erste Ursache teilweise von dieser anderen Existenz abhängen muß und demnach keine erste Ursache sein kann.

Nicht nur muß die erste Ursache eine Daseinsform sein, ohne jegliche notwendige Beziehungen zu irgend einer anderen Daseinsform, sondern sie kann sogar innerhalb ihrer selbst keine notwendigen Beziehungen haben.

Es kann demnach nichts in ihr sein, das Veränderung bestimmt, aber auch nichts, das Veränderung verhindert. Denn wenn sie etwas enthält, das ihr solche Notwendigkeiten oder Beschränkungen auferlegt, muß dieses Etwas eine Ursache höherer Ordnung sein als die erste Ursache, was absurd ist.

Demnach muß die erste Ursache in jeder Hinsicht vollkommen, vollständig, total sein, jegliche Macht besitzen und über jedes Gesetz erhaben sein. Oder, um das gebräuchliche Wort zu nennen, sie muß absolut sein.

Demnach scheinen wir durch die Betrachtung der Natur des Weltalls zu diesen unvermeidlichen Schlußfolgerungen gezwungen zu werden: Die Gegenstände und Wirkungen um uns herum und nicht weniger die Phänomene unseres eigenen Bewußtseins zwingen uns, nach einer Ursache zu fragen. In unserem Forschen nach dieser Ursache erreichen wir keinen Ruhepunkt, bevor wir zur Hypothese einer ersten Ursache gelangen, welche wir als unendlich und absolut betrachten müssen.

Das sind Folgerungen, zu welchen wir gezwungen werden durch Argumente, welchen wir entkommen uns unmöglich scheint; dennoch sind sie vollkommen illusoir und unrichtig.

Es würde, falls dies nicht zu viel von Ihrer Geduld gefordert wäre, sich zeigen lassen, daß die Materialien worauf diese Argumentation sich basiert, sowie die daraus gezogenen Schlüsse, nur symbolische Vorstellungen illegaler Natur sind.

Statt aber diese Wiederlegung, welche wir schon bei einer früheren Gelegenheit benutzten, zu wiederholen, ist es besser eine andere Methode anzuwenden, indem wir die Unrichtigkeit der Schlußfolgerungen darlegen, durch Bloßlegung der gegenseitigen Widersprüche, welche sie enthalten.

Dies kann am besten geschehen an der Hand von MANSELS „Limits of Religious Thought“ ein zur Verteidigung theologischer Auffassungen geschriebenes Buch.

„Aber“, sagt er, „befinden diese drei Vorstellungen, die Ursache, das Absolute und das Unendliche, obgleich alle drei notwendig sind, sich nicht in gegenseitigem Widerspruch, sobald wir sie als Eigenschaften eines und desselben „Seins“ betrachten.“

Eine Ursache kann nicht, qua Ursache, absolut sein: das Absolute kann nicht zu gleicher Zeit absolut und Ursache sein. Denn die Ursache, als Ursache, existiert nur in Verbindung mit ihrem Effekt: die Ursache ist eben Ursache des Effekts, das Effekt ein Effekt der Ursache, während der Begriff des Absoluten eine Existenzmöglichkeit außer jeglichem Zusammenhang mit irgend etwas anderem bedeutet.

Dieser Schwierigkeit versuchen wir zu entgehen, indem wir zwischen dem Absoluten und der Ursache eine gewisse Zeitperiode einschalten. Das Absolute existiert zunächst durch sich selbst und wird erst nachher eine Ursache.

So aber geraten wir in Widerspruch mit der dritten Auffassung, mit der der Unendlichkeit. Denn wie kann etwas Unendliches etwas werden was es nicht vom Anfang schon war?

Was, so dürfen wir nun schließlich fragen, ist das Resultat unserer Betrachtungen in bezug auf unsere Frage? Unsere Untersuchung der letzten Konsequenzen religiöser Ideen wurde mit dem Zweck eine fundamentale Wahrheit darin zu entdecken, unternommen. Bis jetzt gelangten wir aber nur zu negativen Schlüssen.

Indem wird die essentiellen Auffassungen der verschiedenen Glaubensarten kritisieren, finden wir keine logisch haltbar, wir sahen, daß

TREAT

support. The dis
d Kaira, togeth
e chouth of Su
he British gover
ome security o
overnment to th
upees, the reven
4 lakhs annua
lating this debt
he examination
ng accounts a
Peishwa to the
European into b
of aggression a
the acquiescenc
Such was
articles of the
Major Walker
intended to a
Gaekwar's sta
of Bassein.*

Mo
Tul
Kh

Atheismus, Pantheismus und Theismus bei scharfer Analyse gleich undenkbar sind.

Statt eine fundamentale Wahrheit zu finden, scheint unsere Untersuchung vielmehr zur Auffassung zu führen, daß keiner dieser Glaubensformen fundamentale Wahrheit enthält. Dieses ist dennoch falsch.

Alle enthalten eine fundamentale Wahrheit, obgleich eine recht abstrakte, aber dennoch wertvolle:

Es gibt ein Problem zu lösen: die Existenz der Welt ist ein Mysterium, das Erklärung fordert.

Daß dies das lebende Element aller Religionen ist, wird durch den Umstand erwiesen, daß dieses Element nicht nur jegliche Veränderung der Auffassungen überlebt, sondern auch deutlicher wird, je höher die Religion sich entwickelt.

Der Glaube der Wilden konzipiert die herrschenden Geister unter vollkommen konkreten und gewöhnlichen Formen — wie Menschen und Tiere — sie verhüllen also ihre vage Ahnung eines Mysteriums in möglichst unmysterischer Weise.

Die höheren der polytheistischen Auffassungen stellen sich die regierenden Persönlichkeiten in stark idealistischer Gestalt vor, welche einen entfernten Teil des Raumes bewohnen, in unverständlicher Weise wirken und mit dem Menschen nur Beziehungen unterhalten mittels Zeichen oder inspirierten Persönlichkeiten; sie betrachten also die Ursachen der Dinge als weniger familiär und begreiflich.

Das Wachstum des monotheistischen Glaubens, verbunden mit der Negierung der Übereinstimmung der göttlichen und der menschlichen Natur, zeigt uns einen weiteren Schritt in der gleichen Richtung und, wie unvollkommen dieser Glaube im Anfang auch aufgetreten sein mag und noch auftritt, die Errichtung von Altären „Dem unbekannten und unkennbaren Gott“, die Verehrung eines Gottes der von keinem Suchenden gefunden werden kann, zeigt eine bessere Erkenntnis des Unausforschbaren der Schöpfung.

Weitere Entwicklungsstadien der Theologie zeigen mit Sätzen wie: „Ein verstandener Gott würde überhaupt kein Gott sein“; „Zu denken, Gott sei, wie wir ihn uns vorstellen können, ist Gotteslästerung“, mehr und mehr diese Erkenntnis.

Daß die Existenz des Weltalls ein absolutes Mysterium ist, ist eine wahrere Konsequenz, als irgend eine Religion vermutet; denn jede Religion beginnt sofort, obgleich sie mit der stillschweigenden Supposition eines Mysteriums anfängt, in möglichst inkonsequenter Weise eine Lösung des Mysteriums zu geben und behauptet damit, daß es kein Mysterium außerhalb der Grenzen der menschlichen Erkenntnis gebe.

Eine Untersuchung der vorgeschlagenen Lösungen zeigt aber keine dieser Hypothesen auch nur denkbar.

Also zeigt sich das Mysterium, das alle Religionen anerkennen, als ein weit größeres Mysterium als sie selber vermuten, nicht ein relatives Mysterium, sondern für unser Denkvermögen ein absolutes.

Hier also ist nun endlich die letzte religiöse Wahrheit: die Un-erforschlichkeit des Mysteriums der Existenz. Falls Religion und Wissenschaft versöhnt werden können, muß die Basis dieser Versöhnung diese tiefste und sicherste aller Wahrheiten sein: daß die Macht, wodurch die Welt zu unserem Bewußtsein gelangt, absolut unerforschbar ist.

Zweite Vorlesung.

Einleitung (Fortsetzung).

Die letzten Konsequenzen wissenschaftlicher Anschauungen, p. 12. KANTS Lehre, p. 12. Es gibt keinen Streit zwischen Religion und Wissenschaft, p. 19. Beide gelangen zu der gleichen Grundwahrheit, p. 19.

Wir wollen jetzt sehen, zu welchen Resultaten die Wissenschaft gelangt und also

die letzten Konsequenzen wissenschaftlicher Gedanken betrachten.

Was ist Raum und Zeit? Es gibt darüber zwei Hypothesen. Nach der einen sind Raum und Zeit objektive, nach der anderen subjektive Begriffe — der ersteren gemäß existieren sie also außerhalb und unabhängig von uns, während die zweite meint, es seien Begriffe, welche nicht außerhalb uns existieren, sondern zu unserem Bewußtsein gehören.

Analysieren wir diese Hypothesen:

Sagt man, Raum und Zeit seien objektiv, so sagt man, daß sie bestehen, denn etwas, was nicht existiert, kann nicht objektiv sein. Überdies: zu verneinen, daß Raum und Zeit Dinge seien, enthält die Absurdität: es gäbe zwei Nichtsarten. Ebenso wenig können sie für eine Eigenschaft von irgend etwas anderem gehalten werden, denn auch wenn alles andere verschwände, so würden doch Zeit und Raum übrigbleiben, während Eigenschaften mit ihren Trägern verschwinden.

Demnach müssen also Raum und Zeit objektiv existieren, denn sie können weder Nichts, noch Eigenschaften von irgend etwas anderem sein.

Aber, während wir dieser Annahme der Objektivität nicht entgegenkommen können, zeigt uns dennoch der Versuch, daß wir uns Raum und Zeit nicht als Dinge denken können, denn um überhaupt konzipierbar zu sein, muß ein „Ding“ vorstellbare Eigenschaften besitzen.

Damit sind die von den Begriffen Raum und Zeit heraufbeschworenen Schwierigkeiten keineswegs erschöpft. Jede Existenz ist endlich, und sogar, wenn wir uns eine unendliche Existenz vorstellen könnten, würden wir diese dadurch von der Klasse endlicher Existenzen trennen.

Raum und Zeit aber können weder als begrenzt, noch als unbegrenzt gedacht werden.

Wir sind außerstande, uns eine Vorstellung eines unbegrenzten Raumes zu machen und können uns ebensowenig eine Grenze denken, außerhalb welcher es keinen Raum gibt.

Die gleiche Ohnmacht ergreift uns dem Begriffe Zeit gegenüber.

Wir sind gezwungen, Zeit und Raum als Existenzen zu betrachten und können sie dennoch nicht den Bedingungen subsumieren, unter welchen existierende Dinge gedacht werden.

Müssen wir denn KANTS Lehre akzeptieren? Müssen wir sagen, Raum und Zeit seien nur Intellektzustände — a priori Gesetze oder Zustände des Bewußtseins? Es würde uns dies bloß in größere Schwierigkeiten bringen, denn, falls Raum und Zeit subjektiv sind, können sie nicht objektiv sein, gehören sie zu unserem Ego, so können sie nicht zu unserem Non-Ego gehören. Das ist aber undenkbar, denn falls dies so wäre, müßten Raum und Zeit verschwinden mit dem Auf-

hören unseres Bewußtseins, und wir fühlen, daß dies nicht der Fall sein kann.

Raum und Zeit sind demnach absolut unbegreiflich; während wir eine unüberwindliche Überzeugung haben, daß sie existieren, sind wir nicht imstande, diese Überzeugung in irgendwelcher rationeller Weise zu begründen.

Wie steht es nun mit dem Substanzbegriff? Wissen wir, was Substanz ist? Erlaubt mir, die alte Frage nach der Teilbarkeit der Substanz nochmals zu stellen. Substanz ist entweder bis ins Unendliche teilbar oder nicht, eine dritte Möglichkeit gibt es nicht.

Was ist nun richtig? Wenn wir sagen, daß Substanz bis ins Unendliche teilbar ist, akzeptieren wir etwas, das in Gedanken sich nicht realisieren läßt. Wir können eine Substanz in zwei Stücke teilen, diese wieder in zwei und so weiter, bis wir Partikelchen erhalten so winzig klein, daß sie physisch nicht mehr wahrnehmbar sind und dann diesen Prozeß in Gedanken weiterführen. Das ist aber keineswegs ein echtes Konzipieren der unendlichen Teilbarkeit der Substanz, sondern das Bilden einer symbolischen Vorstellung, welche sich nicht verifizieren läßt und also zu der illegalen Art von Vorstellungen gehört.

Um wirklich die unendliche Teilbarkeit der Substanz zu konzipieren, wäre es notwendig diese imaginäre Zweiteilung in Gedanken bis ins Unendliche zu verfolgen, wozu eine unendliche Zeit nötig wäre.

Die andere Möglichkeit, die der endlichen Teilbarkeit der Substanz, zu akzeptieren, heißt annehmen, daß es möglich ist sie in Partikelchen zu zerlegen, welche von keiner denkbaren Kraft weiter zerteilt werden können; auch dies ist undenkbar. Denn jedes dieser supponiert äußerst winzige Stücke, muß dennoch eine Ober- und Unterseite, eine linke und rechte Seite haben. Nun ist es offenbar unmöglich, sich diese Seiten dermaßen einander genähert zu denken, daß kein Schnitt zwischen ihnen gemacht werden kann, und wie groß man sich die Kohäsion der Molekeln auch denken mag, so wird dadurch offenbar keineswegs die Idee einer noch größeren Kraft, welche imstande wäre, diesen Widerstand zu überwinden, ausgeschlossen.

Demnach ist weder die endliche Teilbarkeit der Substanz, noch deren unendliche Teilbarkeit für das menschliche Begriffsvermögen zu präferieren und dennoch ist der Schluß, daß entweder die eine oder die andere Möglichkeit richtig sein muß, unvermeidlich.

Lassen wir also dieses unlösliche Problem beiseite und fragen wir uns ob Substanz jenen Festigkeitsgrad besitzt, welchen wir für gewöhnlich mit dem Substanzbegriff verbinden?

Der Raumteil, welcher von einem Stück Metall eingenommen wird, erscheint unserem Auge und unseren Fingern vollständig ausgefüllt. Dürfen wir daraus den Schluß ziehen, daß in der Substanz — sie sei nun endlich oder unendlich teilbar — die Teilchen überall in Kontakt sind?

Eine solche Supposition würde unvermeidlich zu den größten Schwierigkeiten führen, denn falls Substanz absolut fest ist kann sie offenbar nicht komprimiert werden, und wir wissen im Gegenteil, daß jede Substanz komprimierbar ist.

Es bleibt also nur die NEWTONSche Hypothese übrig, nach welcher Substanz aus soliden Atomen besteht, welche nicht miteinander in Kontakt sind, sondern aufeinander einwirken mittels anziehender oder abstoßender Kräfte, veränderlich mit der Entfernung.

Damit verschieben wir aber bloß die Schwierigkeit der Aggregation der Atome nach der Aggregation der Substanzteilchen in den Atomen selber.

Denn angenommen, es existiere Substanz aus solchen von Kraftatmosphären umgebenen Einheiten (welche wir Atome nennen), so fragt sich doch: was sind denn nun eigentlich diese Einheiten?

Es gibt keine Alternative, sie müssen Substanzstückchen sein. Mit einem geistigen Mikroskop betrachtet, wird jedes Atom wieder eine Substanzmasse wie das Ganze.

Wo bleibt also nun die Auffassung von BOSCOVICH? Dieser sah ein, daß die LEIBNITZsche Idee, nach welcher die Substanz aus einer unendlichen Zahl von Monaden ohne Größe aufgebaut sein soll, unmöglich ist, weil die Aufstapelung bis ins Unendliche von Punkten ohne Dimension, nie zu den Dimensionen, welche Substanz besitzt, führen kann. Auch sah er die Schwierigkeiten der NEWTONschen Hypothese und versuchte nun die Vorteile beider Auffassungen, unter Vermeidung ihrer Schwierigkeiten, in einer Hypothese zu verbinden.

Nach ihm sind die Konstituenten der Substanz: Kraftzentra — Punkte ohne Dimension — welche einander in einer solchen Weise anziehen und abstoßen, daß sie in spezifischer Distanz voneinander entfernt sind.

Er zeigt dann, in mathematischer Weise, daß die Kräfte, im Besitz solcher Zentra, dermaßen mit der Entfernung variieren können, daß sie, unter gegebenen Bedingungen, ein stabiles Gleichgewicht mit bestimmten Zwischenräumen bilden und unter anderen Umständen eine Veränderung in der Größe dieser Zwischenräume erlauben würden.

Trotz aller Vorteile dieser Auffassung bleibt dennoch ein Kraftzentrum ohne Dimension etwas Udenkbares; wir können auf diese Worte nur mit einer illegalen symbolischen Konzeption respondieren.

Letzteres kann nicht direkt von der NEWTONschen Hypothese behauptet werden, denn obgleich die Auffassung, die Substanz existiere aus soliden, unteilbaren Units, symbolisch ist und nicht vollständig ausgedacht werden kann, so könnte sie von der Chemie z. B. bestätigt werden.

Diese — so sagt man — zwingt zu der Auffassung, daß Substanz aus Teilchen von spezifischem Gewicht und also von spezifischer Größe besteht. Das allgemeine Gesetz bestimmter Proportionen scheint unmöglich, unter irgend einer sonstigen Bedingung als die Existenz von Atomen, und trotzdem die Chemiker in vorsichtiger Weise die kombinierenden Gewichtsteile der respektiven Elemente ihre Äquivalente nennen und also nichts über deren Natur aussagen, so ist es doch offenbar unmöglich an die Verbindung solcher bestimmter Gewichte zu denken, ohne anzunehmen, daß sie stattfindet zwischen bestimmten Quantitäten bestimmter Teilchen.

Demnach scheint also NEWTONS Lehre, mit der von BOSCOVICH verglichen, die bessere der beiden.

Aber, so würde gewiß BOSCOVICH, falls er noch lebte, sagen: meine Lehre ist in der von NEWTON enthalten.

Denn wenn ich frage: Was hält denn die Teilchen dieser Atome zusammen? so könnt Ihr bloß antworten: die Kohäsion, und Ihr könnt Euch die Teilchen der Atome fortwährend kleiner denken, bis Ihr zu der Konzeption von Kraftzentren ohne Dimension gelangt.

Summa Summarum ist also Substanz gerade so ungreiflich wie Raum und Zeit.

Sehen wir nun, ob ein anderer unserer scheinbar allgewöhnlichsten Begriffe fest begründet ist?

Wenn ich Sie frage, ob Sie bestimmen können ob ein Körper still liegt oder sich bewegt, werden Sie höchstwahrscheinlich bejahend antworten, und dennoch ist es in diesem Falle nur eine Illusion!

Gesetzt: es liegt auf dem Äquator ein Schiff verankert mit der Front dem Westen zu gekehrt. Wenn nun der Kapitän von der Front nach dem Hinterschiff spaziert, bewegt er sich — — — in welcher Richtung? Es liegt auf der Hand zu antworten; gen Osten, eine Antwort, welche wir vorläufig gelten lassen wollen.

Nun wird der Anker gehoben und das Schiff segelt gen Westen mit der gleichen Schnelligkeit, mit welcher der Kapitän spaziert. In welcher Richtung bewegt er sich jetzt, wenn er von dem Vorderschiff nach dem Hinterschiff geht? Man kann nicht sagen gen Osten, denn das Schiff bringt ihn gerade so weit gen Westen, als er gen Osten geht, und man kann nicht sagen gen Westen aus dem entgegengesetzten Grunde

In bezug auf den umringenden Raum bewegt er sich gar nicht, trotzdem alle an Bord meinen, daß er sich bewegt.

Ist er nun aber wirklich stationär? Wenn wir nun nicht länger die Bewegung der Erde um ihre Achse vernachlässigen, so finden wir, daß er, statt stationär zu sein, mit einer Schnelligkeit von 1000 Meilen pro Stunde gen Osten reist, so daß weder der Eindruck von dem, der nur den Kapitän betrachtet, noch der von dem, der die Bewegung des Schiffes mitrechnet, auch nur einigermaßen richtig ist.

Und auch die letzte Annahme, die Bewegung von 1000 Meilen pro Stunde gen Osten, ist gar nicht richtig, denn wir vernachlässigten die Bewegung der Erde um die Sonne.

Da diese etwa 68000 Meilen pro Stunde beträgt, so folgt, daß unter Annahme, daß es Mittag ist wenn der Kapitän spaziert, er nicht 1000 Meilen gen Osten, sondern 67000 gen Westen geht.

Aber sogar jetzt haben wir noch nicht die wahre Schnelligkeit und die wahre Richtung entdeckt, denn unser Sonnensystem bewegt sich um ein anderes System und dieses wieder um ein anderes usw., so daß es unmöglich ist, zu sagen ob der Kapitän stationär ist oder nicht, und in letzterem Falle, ob er sich schnell oder langsam bewegt.

Demnach sehen wir, daß, was stationär scheint, sich bewegt, während dasjenige, was scheinbar schnell in irgend einer Richtung vorwärts geht, gerade in entgegengesetzter Richtung sich bewegt.

Es folgt also, daß wir kein Bewußtsein haben von der wirklichen Bewegung irgend eines Objektes, sondern nur von der relativen Bewegung in bezug auf irgend ein anderes Objekt.

Dennoch müssen wir annehmen, daß wirkliche Bewegung existiert, trotzdem absolute Bewegung sogar nicht konzipiert werden kann.

Es ist wohl überflüssig noch auseinanderzusetzen, daß wir ebenso wenig den Zusammenhang zwischen Kraft und Substanz verstehen können.

Gehen wir jetzt von der äußeren zur inneren Welt über.

Betrachten wir nicht länger die Wirkungen welchen wir unsere subjektiven Modifikationen zuschreiben, sondern die subjektiven Modifikationen selber. Diese bilden eine Reihe. Wie schwer es auch hält sie voneinander zu trennen und sie zu individualisieren, so geschehen zweifellos unsere Bewußtseinszustände in Sukzession.

Ist diese Bewußtseinsreihe endlich oder unendlich? Wir können nicht sagen unendlich, nicht nur weil wir indirekt zum Schluß kommen, daß es eine Periode gab wo unser Bewußtsein anfang, sondern auch weil jegliche Unendlichkeit unverständlich ist.

Wir können nicht sagen endlich, denn wir wissen weder vom Anfang noch vom Ende etwas.

Kehren wir in unseren Gedanken zurück, so können wir nicht sagen wann unser Bewußtsein anfang — daß es früher anfang als wir wissen, ist gewiß; wer entsinnt sich seines ersten Lebensjahres und wer wagt zu behaupten, daß er während dieses Jahres kein Bewußtsein besessen habe?

Auch über das künftige Ende läßt sich nichts mit Sicherheit sagen. Um überhaupt bekannt zu sein, muß man von jedem Bewußtsein sagen können, es sei einem vorangehenden entweder gleich oder ungleich; wenn es nicht gedacht werden kann im Zusammenhang mit einem anderem, nicht unterschieden werden kann von oder identifiziert mit einem anderem, ist es nicht erkannt und also gar kein Bewußtseinszustand. Ein letzter Bewußtseinszustand kann also, wie alle vorangehenden, nur existieren durch Perzeption seiner Relation zu einem früheren Zustand. Aber eine solche Perzeption seiner Relation muß einen Zustand bilden, später als der letzte Zustand, was einen Widerspruch enthält.

Während wir also nicht konzipieren können, daß die Dauer unseres Bewußtseins unendlich ist, können wir es grade so wenig als endlich konzipieren.

Grade so gering ist das Resultat, wenn wir fragen:

Was ist es, das denkt?

Die Existenz eines jeden Individuums, so wie ihm diese selber bekannt ist, wird allgemein als der am meisten emphatische Ausdruck der Sicherheit akzeptiert.

Glaube an die Wirklichkeit unser selbst, ist eine Überzeugung der nicht zu entkommen ist, es sei denn daß wir die Skepsis akzeptieren, welche sagt, daß das einzige was für uns existiert unsere Eindrücke sind, und daß unsere Persönlichkeit die reinste Einbildung sei. Aber sogar dann entkommen wir nicht, denn diese Vorstellung akzeptiert, was sie zu verneinen behauptet.

Denn wie kann der Skeptikus, der sein Bewußtsein zerlegt hat in Impressionen und Ideen, den Umstand erklären, daß er diese für seine Impressionen und seine Ideen hält? Oder falls er — wie er muß — zugibt, daß er einen Eindruck von seiner eigenen Existenz hat, mit welchem Grunde kann er diesen Eindruck als unwesentlich verwerfen, während er seine sonstigen Eindrücke sämtlich für wirklich hält?

Dennoch fordert die Wirkung des Geistes wodurch „selbst“ bekannt ist, wie jede andere geistige Wirkung, ein wahrnehmendes Subjekt und ein wahrgenommenes Objekt.

Aber, falls das wahrgenommene Objekt „ich selbst“ ist, was ist denn das Subjekt, das wahrnimmt?

Es ist klar, daß eine wirkliche Wahrnehmung meiner selbst, einen Zustand erfordert, in welchem dasjenige was wahrnimmt und das wahrgenommene eins sind, ein Zustand, worin also Subjekt und Objekt eins sind, und demnach beide vernichtet.

Also ist die eigene Persönlichkeit, deren ein jeder sich bewußt ist und welche für jeden ein Faktum von vollkommener Gewißheit bildet, ein Ding das nicht wirklich bekannt ist.

Jeder wissenschaftliche Begriff ist also in letzter Instanz die Vorstellung einer Wirklichkeit, welche nicht verstanden werden kann.

Wie sehr wir auch unsere Kenntnisse vertiefen, die **fundamentelle** Wahrheit bleibt unerreichbar nach wie vor.

Die Erklärung des Erklärbaren, läßt uns nur schärfer das Unerklärbare begreifen von dem was übrig bleibt.

Gesetzt der Mensch könnte alle Erscheinungen, Eigenschaften und Bewegungen der Dinge auf Manifestationen von Kraft in Raum und Zeit zurückführen, so würden dennoch Kraft, Raum und Zeit über menschlicher Verständnis bleiben.

Die Worte des Mephistopheles im Faust bleiben wahr:

Was sich dem Nichts entgegenstellt
Das Etwas, diese plumpe Welt,
So viel als ich schon unternommen,
Ich wußte nicht ihr beizukommen.

Wir lernen, je mehr wir untersuchen die Größe und die Kleinheit des menschlichen Intellekts kennen, seine Befähigung mit allem zu arbeiten, was innerhalb des Reiches der Erfahrung liegt und seine Ohnmacht allem gegenüber was außerhalb der Erfahrungsgrenzen liegt.

Der Forscher weiß besser als jeder anderer, daß nichts wirklich verstanden werden kann.

Es sind also die tiefsten religiösen Ideen und die tiefsten wissenschaftlichen Ideen nur Symbole des Wirklichen keine wirkliche Erkenntnis desselben.

Die Wirklichkeit, welche hinter allen Erscheinungen steckt ist und muß für immer unbekannt sein.

Zu diesem Schluß kommen fast alle Philosophen, ich nenne nur: PROTOGORAS, ARISTOTELES, ST. AUGUSTIN, BOETHIUS, AVERROES, ALBERTUS MAGNUS, GERSON, LEO HEBRAEUS, MELANCHTHON, SCALIGER, FRANCIS PICCOLOMINI, GIORDANO BRUNO, CAMPANELLA, SPINOZA, NEWTON, KANT und wie wir eben sahen, SPENCER.

Die Richtigkeit dieses Resultats läßt sich noch in anderer Weise nachweisen.

Wenn wir z. B. lernen, daß die Wärme des Tierkörpers in gleicher Weise gebildet wird, wie die Wärme bei chemischen Prozessen, wenn wir lernen, daß die Weise in welcher Nahrung vom Darm aufgenommen wird ein Beispiel osmotischer Wirkung ist, wenn wir hören, daß die Veränderungen, welche die Nahrung im Magen erleidet im Laboratorium künstlich nachgeahmt werden können, denken wir daß wir etwas von diesen Erscheinungen wissen.

Und was haben wir denn getan? Wir fangen mit speziellen konkreten Tatsachen an, und indem wir nachher die allgemeineren Tatsachen, von welchen sie Beispiele sind, erklären, gelangen wir zu sehr allgemeinen Tatsachen: zu einer geometrischen Grundeigenschaft, zu einer Eigenschaft des Raumes, zu einem einfachen Gesetz der Mechanik, zu einem Gesetz des Gleichgewichts in Flüssigkeiten, zu physischen, chemischen, thermodynamischen, elektrischen Wahrheiten.

Die speziellen Erscheinungen, von welchen wir ausgingen, sind in zunehmendem Maße in allgemeinere Erscheinungen versenkt worden, und so gelangen wir zu Lösungen, welche wir für um so tiefsinniger halten, je weiter dieser Prozeß fortgesetzt wird.

Noch tiefsinnigere Lösungen sind einfach weitere Schritte in der gleichen Richtung, und falls dies richtig ist — und es ist richtig —

falls also die sukzessive tiefere Einsicht in die Natur nur das sukzessive Einschließen von speziellen Wahrheiten in allgemeinere ist und von diesen in noch allgemeinere, dann folgt daraus, daß die allgemeinste Wahrheit, welche also nicht in eine noch allgemeinere eingeschlossen werden kann, unerklärlich ist.

Es läßt sich dies noch auf anderem Wege nachweisen: Was ist Leben?

Die beste Antwort hat gewiß SPENCER gegeben:

„The continuous adjustment of internal relations to external relations.“

Diese Definition umfaßt sowohl das physische wie das psychische Leben, denn es ist klar, daß jeder Fortschritt der Intelligenz wesentlich besteht in der Bildung von mehr verschiedenen, mehr kompletten und mehr umfassenden Adjustierungen.

Und wenn nun jegliches „Wissen“ ein in Gedanken Bilden eines Parallels zu einer Relation in der Umgebung ist, dann ist jegliche Kenntnis eo ipso relativ.

Es bleibt also nur noch die letzte Frage:

Was soll man sagen von dem, was außerhalb des Reiches jeder Kenntnis liegt?

Müssen wir glauben, daß etwas existiert außerhalb des Relativen?

Die Antwort der reinen Logik sagt uns, daß wir durch die Grenzen unseres Intellekts fest eingeschlossen sind innerhalb des Relativen, und daß, es sei was es sei, außerhalb des Relativen nur gedacht werden kann als die reinste Negation, also als nichtexistierend.

Das Absolute ist undenkbar; z. B. ist es unmöglich, uns ein absolutes Ganzes zu denken, d. h. ein Ganzes so groß, daß wir es uns nicht auch als ein relatives Ganzes in bezug auf ein noch größeres Ganzes denken können.

Und ebensowenig können wir uns ein unendliches Ganzes denken, denn dies wäre nur möglich durch ein in Gedanken Addieren einer unendlichen Anzahl von endlichen Ganzen, wozu unendliche Zeit nötig wäre.

Das Absolute und das Unendliche sind demnach, sagt MANSEL, gerade so wie das Unbegreifliche und das Unwahrnehmbare, Namen, welche kein Subjekt von Denken oder Bewußtsein andeuten, sondern die reine Abwesenheit von Umständen, worunter Bewußtsein möglich ist, besagen.

Wie unvermeidlich nun dieser Schluß auch scheint, ist er doch unrichtig. Zwar ist er ein logischer Schluß, aber neben dem bestimmten Bewußtsein, dessen Gesetze von der Logik formuliert werden, gibt es noch ein unbestimmtes Bewußtsein, dessen Gesetze nicht formuliert werden können.

Man vergesse nicht, daß jegliches Argument für das Relative unserer Kenntnis die positive Existenz von etwas hinter dem Relativen postuliert.

Es ist unmöglich, zu konzipieren, daß unsere Kenntnis nur eine Kenntnis von Erscheinungen ist, ohne die gleichzeitige Konzeption einer Wirklichkeit, deren Erscheinungen es sind; denn Erscheinungen ohne Wirklichkeit sind undenkbar.

Vielleicht ist die Analyse unserer Konzeption von dem Gegensatz zwischen relativ und absolut der beste Weg, um zu zeigen, daß wir durch notwendige Denkbedingungen gezwungen sind, uns ein positives

aber unbestimmtes Bewußtsein zu bilden von dem, was außerhalb des distinkten Bewußtseins liegt.

Keiner bezweifelt, daß Gegensätze, wie Ganzes und Teil, Gleiches und Ungleiches, Einfaches und Mehrfaches notwendige Korrelationen sind: die Konzeption eines Teiles ist unmöglich ohne Konzeption eines Ganzen, es kann kein Begriff von Gleichheit existieren ohne einen korrespondierenden von Ungleichheit. Und daraus folgt, daß auch das Relative nur verständlich ist im Gegensatz zum Nichtrelativen oder Absoluten.

Dagegen darf man nicht einwenden, daß bei solchen Korrelationen die eine nichts als die Negation der anderen ist, denn falls dies so wäre, würden diese Negationen gleich Nichts sein, und da das eine Nichts unmöglich etwas anderes sein kann als das andere Nichts, würde man die eine Negation durch irgend eine andere ersetzen können. Falls der Teil nur eine Negation des Ganzen wäre und das Ungleiche nur eine Negation des Gleichen und beide Negationen also nichts sein würden, wäre man berechtigt, sie gegeneinander auszutauschen und als Gegensatz zu Teil: Ungleich, als Gegensatz zum Ganzen: Gleich zu benutzen. Das ist aber absurd!

Folglich ist es unmöglich, wir können machen was wir wollen, uns vom Gedanken zu befreien, daß die Erscheinungen, welche wir wahrnehmen, der Ausdruck von irgend etwas Wirklichem sein müssen.

Und grade hier hört der Streit zwischen Religion und Wissenschaft auf.

Beide sind verpflichtet jede Erscheinung aufzufassen als die Wirkung irgend einer Macht, welche auf uns einwirkt, und trotzdem Allgegenwärtigkeit undenkbar ist, ist es uns dennoch unmöglich an Grenzen der Gegenwärtigkeit dieser Macht zu denken weil unsere Erfahrung keine Grenzen der Diffusion von Erscheinungen kennt, während wissenschaftliche Kritik uns lehrt, daß jede Erkenntnis von dieser Macht für uns unerreichbar ist.

Es gibt also keinen Streit zwischen Wissenschaft und Religion, sondern nur zwischen theologischen Dogmata und Wissenschaft, während überdies das Dogma in Widerspruch mit der Religion ist, da es dasjenige versucht zu erklären, was es selber als unerklärlich akzeptiert.

Dogmatische Wissenschaft ist demnach eine Contradictio in terminis dogmatische Religion nicht weniger.

Das Resultat dieser Einleitung können wir mit Fausts Worten zusammenfassen:

Habe nun, ach Philosophie
Juristerei und Medizin
Und leider auch Theologie
Durchaus studiert, mit heißem Bemühn!
Da steh ich nun, ich armer Tor
Und bin so klug als wie zuvor;
Heiße Magister, heiße Doktor gar
Und ziehe schon an die zehen Jahr
Meine Schüler an der Nase herum.

Um dieses letztere zu vermeiden, um Ihnen nicht den Eindruck zu geben, als könnte der Evolutionsgedanke uns alles erklären, hielt ich es für erwünscht, unsere Besprechungen mit dieser Einleitung anzufangen.

Dritte Vorlesung.

Evolution.

Entstehung der Erde, p. 20. Übergang von einem Element (Radium) in ein anderes (Helium), p. 20. *Generatio aequivoca*, p. 21. Unähnlichkeit zwischen Eltern und deren Kindern, p. 22. Inwieweit läßt sich die Form eines Lebewesens verändern?, p. 23. Was ist ein Lebewesen?, p. 23. Abhängigkeit der Form von der Umgebung, p. 26. KLEBS spezifische Struktur, p. 27. Äußere und innere Bedingungen, p. 29. Organisationsmerkmale und Anpassungsmerkmale, p. 29.

Wir wissen, daß der KANT-LAPLACESchen Theorie gemäß, die Himmelskörper und also auch unsere Erde, durch Verdichtung aus Nebelflecken entstanden seien; es ist also äußerst wichtig, die physische und chemische Konstitution dieser Nebelflecke kennen zu lernen.

HIGGINS fand 1866, daß das Licht des großen Nebelfleckes, des Orion, ein helles Linienspektrum hervorbringt; daraus ging hervor, daß dieses Objekt gasförmig ist.

Bald nachher entdeckte man, daß den meisten Nebelflecken diese Eigenschaft zukommt; eine sehr merkwürdige Ausnahme aber macht der große Nebelfleck der Andromeda, dessen Spektrum fast continu ist.

Wir wissen also, daß die meisten Nebelflecke gasförmig sind, wissen wir nun auch etwas von ihrer chemischen Zusammensetzung?

Ja; in den Spektren fast aller Nebelflecke trifft man zwei helle Linien im Grün an, mit Wellenlängen von 4959 und 5007, welche man Nebelflecklinien genannt hat, in den meisten überdies die beiden Wasserstofflinien $H\beta$ und $H\gamma$, und in den Spektren der lichtstärksten Nebelflecke sieht man daneben noch andere Wasserstofflinien und überdies noch Linien, welche man noch nicht in dem Spektrum irgend einer irdischen Substanz angetroffen hat.

Die schwächsten Nebelflecke zeigen im allgemeinen nur die zwei erstgenannten Linien: die Nebelflecklinien. Aus diesen Umständen schließt man, daß als die Hauptsubstanzen in den Nebelflecken zu betrachten sind: Wasserstoff und eine uns bis jetzt noch unbekannte Form der Materie, welche die Strahlen der beiden Nebelflecklinien aussendet und welche man deswegen Nebulum genannt hat.

Falls, in der Tat, unsere Erde aus einem Nebelfleck entstanden ist und dieser Nebelfleck ursprünglich aus nichts als Nebulum bestand, muß alles, was sich jetzt auf der Erde befindet, aus Nebulum entstanden sein. Wir müssen dann annehmen, daß die chemischen Elemente keine Dinge *sui generis* sind, sondern nur verschiedene Formen eines Dinges.

Das frühzeitige Auftreten von Wasserstoff in Nebelflecklinien führt uns zur Vermutung, daß das Nebulum zunächst zu Wasserstoff umgebildet wird, und daß aus dieser oder aus dem Nebulum selbst die anderen Elemente hervorgingen.

Die Möglichkeit des Überganges von einem Element in ein anderes wurde von RAMSAY und SODDY nachgewiesen. Sie transmutierten Radium in Helium, welcher Versuch später u. a. in St. Petersburg mit dem gleichen Resultat wiederholt wurde.

Da alle Lebewesen chemisch aus anderen Elementen als Nebulum oder Wasserstoff bestehen, und nur diese in den Nebelflecken angetroffen sind, müssen wir annehmen, daß das Leben nicht von Anfang an auf

der Erde vorhanden war, sondern entweder in einer späteren Periode der Erdgeschichte entstanden ist oder von auswärts eingeführt wurde.

Falls es eingeführt wurde, so kann dies nur stattgefunden haben entweder durch Einfuhr von Keimen aus irgend einem anderen Himmelskörper, in welchem Falle das Problem praktisch das gleiche bleibt, oder von einer überirdischen Macht: von einem Gott.

Ist es durch einen Gott geschaffen, oder wie man das nennt, verdankt das Leben einem Schöpfungsakt das Dasein, so ist das Problem unlöslich und demnach nicht diskutierbar; akzeptieren wir diese Auffassung nicht, so müssen wir annehmen, daß *Generatio aequivoca* einmal oder zu verschiedenen Malen auf der Erde stattgefunden hat.

Bis heute ist es zwar nicht gelungen *Generatio aequivoca* nachzuweisen, aber dies beweist keineswegs, daß sie nicht stattfindet oder stattgefunden hat. Diese Auffassung liegt im Gegenteil auf der Hand; können wir doch täglich wahrnehmen wie stark lebende Substanz sich vermehren kann, nur durch Verarbeitung anorganischer Substanzen.

Die in einer niederen Algenzelle wie *Protococcus* z. B. vorhandene Quantität lebendige Substanz ist äußerst gering, dennoch kann sie, bei ausschließlich anorganischer Nahrung, Tausende und abermals Tausende solcher Zellen bilden. Diese sämtlichen Zellen minus eins, sind also aus anorganischer Substanz hervorgegangen.

Das zu lösende Problem ist demnach nicht: kann lebendige Substanz aus anorganischer entstehen; das ist eine alltägliche Erfahrungstatsache, sondern kann lebendige Substanz entstehen, ohne von lebendiger Substanz dazu gereizt zu werden.

Darüber wissen wir nichts, aber die Versuche, welche man nahm, um die Unmöglichkeit einer *Generatio aequivoca* zu beweisen, beweisen auch nichts.

Alle diese zeigen nur, daß es nicht gelang die Bildung lebendiger Organismen in sterilisierten Substanzen nachzuweisen. Aber was versteht man unter diesen Nachweisen?

Eins von beiden: Entweder die Organismen zu sehen bekommen, oder ihre Anwesenheit festzustellen durch den Nachweis von Veränderungen, welche sie in dem Kulturboden verursachen.

Selbstverständlich können wir keine Organismen kleiner als den Grenzwert unserer Mikroskope sehen so, daß das Nicht-sehen-können von Mikroorganismen nur beweist, daß diese Wesen, falls sie überhaupt existieren, kleiner sind als die kleinsten Bakterien, welche wir kennen.

Daß kleinere Organismen, als wir wahrnehmen können, existieren, wissen wir; man kann ihre Gegenwart dadurch nachweisen, daß sie durch ihre ungeheure Vermehrung die Nährlösung trüben. So kann man z. B. die Krankheitserreger von gewissen Seuchen dadurch nachweisen, daß man mit Nährlösung gefüllte Kollodiumröhrchen unter die Haut des kranken Tieres bringt, die eintretenden Krankheitserreger trüben dann die Nährlösung.

Bringt man einen Tropfen dieser trüben Flüssigkeit unter das Mikroskop, so sieht man nichts Distinktes, einfach weil unsere jetzigen Mikroskope dazu zu schwach sind.

Wir wissen sogar, daß es Organismen gibt, so winzig klein und so wenig opak, daß man sie sogar „en masse“ nicht wahrnehmen kann. Bei einer gewissen Hühnerseuche konnte man nachweisen, daß die Krankheit infektiös war, ja man konnte sogar Kulturen des infizierenden Or-

ganismus machen, ohne daß es gelang auch nur die Anhäufung dieser Organismen sichtbar zu machen.

Wir sehen also, daß die Ohnmacht dieselben mit unserem Auge wahrzunehmen keineswegs ein Beweis gegen die Existenz von lebendigen Organismen ist.

Der chemische Nachweis, der in den Kulturmedien durch diese Organismen verursachten Veränderungen, ist wohl aussichtslos solange wir nicht wissen welcher Art diese Veränderungen ungefähr sind, und solange wir die Kulturbedingungen jener Organismen nicht kennen.

Man bedenke, daß ein Kubikmillimeter Flüssigkeit, an 10 Millionen Staphylokokken, den gewöhnlichen Eiterbakterien, bequemen Platz bietet, und es ist also wohl überflüssig darauf hinzuweisen wie leicht, die chemische Wirkung solcher kleinen Organismen der Analyse entgehen kann, wenn die Bedingungen für ihre Lebenstätigkeit nicht äußerst günstig sind.

Es ist demnach klar, daß die bisherige Unmöglichkeit die *Generatio aequivoca* nachzuweisen, keineswegs ein Beweis gegen deren Existenz sein kann. Andererseits wird es äußerst schwer halten den positiven Beweis für das Vorkommen der *Generatio aequivoca* zu erbringen.

Daß sie stattgefunden haben muß geht aus der Entwicklungsgeschichte unserer Erde hervor, ob sie jetzt noch vorkommt wissen wir nicht; ich meinerseits sehe keinen Grund weshalb dies nicht der Fall sein könnte.

Wir sehen also daß die Entstehung des Lebens aus nichtlebendiger Substanz eine logische Schlußfolgerung unserer geologischen Kenntnisse ist; die Möglichkeit einer *Generatio aequivoca* zu leugnen, heißt Wunder verkünden.

Wenden wir uns jetzt zu jener Entwicklungsperiode unserer Erde, welche auf die Entstehung des ersten Lebens folgte.

Das erste Leben war äußerst primitiv, die ersten Lebewesen von äußerst einfacher Bauweise; sie müssen imstande gewesen sein sich zu vermehren, und diese Vermehrung fand, soweit wir aus Analogie mit den jetzt auf Erden vorkommenden primitiven Organismen schließen können, mittels einfacher Teilung statt.

Wir wissen ebenfalls, daß höhere Organismen nicht durch *Generatio aequivoca* entstehen; der einzig mögliche Schluß ist demnach daß die höheren Lebewesen aus diesen niedrigsten spontan entstandenen Organismen hervorgegangen sind.

Es wäre dies selbstverständlich unmöglich, wenn die Nachkommen dieser Organismen ihren Eltern vollständig gleich blieben. Mehr oder weniger, es sei allmählich und kontinuierlich, es sei plötzlich und mit größeren Zwischenräumen, müssen die Nachkommen von den Vorfahren verschieden gewesen sein.

Wenn die Kinder in keiner Hinsicht je von dem Elterntypus abgewichen wären, dann würde das Leben auf Erden auf der niedrigsten Stufe, auf der der Uorganismen stehen geblieben sein.

Für den gewöhnlichen, nicht im Beobachten geübten Menschen ist diese Voraussetzung in Widerspruch mit seiner täglichen Erfahrung. Er sieht wie z. B. aus Sonnenblumensamen wieder Sonnenblumen hervorgehen, wie Schafe, Schafskinder und Menschen, Menschenkinder hervorbringen und zieht daraus den Schluß daß die Kinder ihren Eltern gleich sind; dadurch ist es ihm nicht möglich einzusehen, wie die eine Pflanzen- oder Tierart aus der anderen hervorgehen kann, und es ist wohl deswegen daß sogar LINNAEUS noch annahm, daß jede Tier- und Pflanzen-

spezies einem besonderen Schöpfungsakt ihr Dasein verdankt¹⁾. Dennoch zeigt nur eine wenig tiefere Beobachtung daß die Kinder ihren Eltern nicht gleich sind. Dies weiß jeder Mensch, von seinen Artgenossen, von seinen Mitmenschen. Wir alle wissen daß der Sohn seinem Vater nicht vollkommen gleich ist, daß er in größerem oder geringerem Maße von diesem abweicht, ja die Beobachtungsgabe des Menschen ist in dieser Hinsicht dermaßen verschärft, daß es uns sogar äußerst auffällig ist, wenn zwei Brüder einander so ähnlich sehen, daß wir sie nur mit Mühe unterscheiden können, während wir es im Gegenteil ganz normal finden, daß wir zwei Schafbrüderchen nicht voneinander unterscheiden können; dennoch ist diese unvollkommene Vererbung keineswegs auf den Menschen beschränkt; im Gegenteil sie findet sich bei allen Tieren und Pflanzen so daß wir es für bewiesen halten, daß bei

jeder Pflanzen- und Tierart die Kinder mehr oder weniger von den Eltern abweichen.

Allen theoretischen Auseinandersetzungen über die Entstehung der Arten liegt demnach die Tatsache zugrunde, daß ein Lebewesen keine unveränderliche Größe ist, sondern eine veränderliche.

Es ist demnach, vor allem, gebietend notwendig, nachzuspüren inwieweit ein Lebewesen veränderlich ist. Wir können demnach unsere Vorlesungen in zwei Teile spalten: in einen Teil welcher nur die beobachteten Tatsachen behandelt und in einen Teil welcher aus diesen Tatsachen Schlußfolgerungen zieht in bezug auf die Art und Weise in welcher Arten entstanden sind.

Der erste Teil ist nicht so amüsant wie der letztere, weil es viel schwieriger ist richtig zu beobachten, als mehr oder weniger ansprechende Theorien aus einer öfters dürftigen Anzahl von Tatsachen aufzustellen.

Meiner Ansicht nach befinden wir uns aber jetzt in einem Stadium, wo es möglich ist, durch das Gewicht der Tatsachen zu zeigen, daß Evolution logisch und unabweisbar aus diesen Tatsachen hervorgeht, ich bitte also um Ihre Aufmerksamkeit für den ersten Teil unserer Betrachtungen:

Inwieweit läßt sich die Form eines Lebewesens verändern?

Die erste Frage welche sich jetzt schon selber stellt ist:

Was ist eigentlich ein Lebewesen?

Könnte ich Ihnen diese Frage beantworten, so würde ich weit mehr wissen, als alle anderen Naturforscher zusammen. Dennoch meine ich, daß das Aufwerfen dieser Frage nicht ohne Nutzen ist.

1) Während wir oben die Möglichkeit einer Schöpfung der ersten Lebewesen — wie unwahrscheinlich dies mir persönlich auch sein möge — aus wissenschaftlichen Gründen nicht leugnen konnten, können wir dies, meines Erachtens wohl hier. Falls die Schöpfung jeder Tier- und Pflanzenspezies, von einem Gott, von einem allmächtigen, perfekten Wesen also, stattgefunden hätte, würden alle Wesen perfekt sein. Dies ist aber keineswegs der Fall, der Bau aller Wesen zeigt große Unvollkommenheiten, welche ihre Existenz bedrohen, ich brauche nur an rudimentäre Organe, wie unseren Blinddarm, zu erinnern. Ich meine deswegen daß Gläubige wie Ungläubige die Evolutionstheorie akzeptieren können, die Gläubigen werden dann annehmen, daß Gott das erste Leben geschaffen hat und diesem Urplasma die Möglichkeit zur Vervollkommnung mitgegeben hat, die Ungläubigen werden es vorziehen eine natürlichere Ursache für die Generatio aequivoca zu suchen.

Evolution kann, meines Erachtens, nie ein Beweis gegen die Existenz eines Gottes sein, nur ein Beweis gegen eine so naive Auffassung der Gottheit, wie wir sie in der Schöpfungsgeschichte antreffen, wo Gott den Mann aus Staub bildete, und die Frau aus dessen Rippe.

Die Vergleichung des Lebewesens mit einer Maschine ist ein von alters her beliebtes Bild, und früher huldigte man dieser Auffassung dermaßen, daß man sogar annahm das erwachsene Wesen sei bereits im Ei in vollkommener Form, sei es auch in recht kleinen Dimensionen, vorhanden.

Jetzt wissen wir, daß dem nicht so ist, daß im Ei die Form des erwachsenen Wesens keineswegs vorhanden ist, daß im Gegenteil diese Form noch gänzlich vom Ei gebildet werden muß.

Demnach muß es im Plasma etwas geben, das die spätere Struktur bestimmt, denn der Hauptsache nach wenigstens ist die spätere Form bereits prädestiniert durch die Eigenschaften des Plasmas.

Welche Mittel man auch anwendet um ein Seeigelei zur Entwicklung zu bringen, das Resultat wird stets ein vollkommener oder unvollkommener Seeigel sein. Andererseits werden Eier von zwei verschiedenen Wesen, auch wenn ihre Entwicklung vom gleichen Einfluß eingeleitet wird (z. B. Konzentrationssteigerung des Seewassers worin sich Seeigeleier und Seesterneier befinden) zwei verschiedene Wesen hervorbringen.

Das erinnert in der Tat an Maschinen. Wenn wir eine Maschine haben, welche durch verschiedene Mittel in Bewegung gesetzt werden kann, z. B. durch Dampfkraft, Pferdekraft oder Elektrizität, so wird die Maschine in jedem Fall diejenige Arbeit verrichten wozu sie konstruiert wurde, welcher Art auch die Bewegkraft sein möge.

Andererseits werden zwei verschiedene Maschinen, welche durch dieselbe Kraft, z. B. durch Dampf in Bewegung gesetzt werden, verschiedene Arbeit verrichten, und zwar die Arbeit, für welche jede bestimmt ist.

In dieser Hinsicht giebt es also Übereinstimmung zwischen Tieriern und einer Maschine, nur ist die Maschine im Ei nicht fertig.

Das Ei wäre nach diesem Vergleich zu betrachten als eine eigentümliche Anhäufung aller Teile der betreffenden Maschine, eine Anhäufung, welche infolge eines x-beliebigen Reizes aus jener Anhäufung diejenige Maschine aufzubauen vermag, deren Teile anwesend sind, aber keine andere Maschine. Dieses Respondieren auf sehr verschiedene Reize mit einer bestimmten Reaktion ist in der Natur sehr verbreitet; man mag z. B. den Nervus opticus reizen wie man will, durch Licht, Elektrizität, Wärme etc.; der Effekt wird immer ein Gesichtseffekt nie ein Gehöreffekt sein.

Daß im Ei verschiedener Tiere auch verschiedene Maschinenteile anwesend sind, geht daraus hervor, daß derselbe Reiz, bei verschiedenen Eiern, den Aufbau verschiedener Maschinen verursacht.

Damit sind aber die Entwicklungsmöglichkeiten eines Eies nicht zu Ende, und darin weicht es in hohem Grade von jeder Maschine ab. Zwar werden die verschiedensten auf ein Seeigelei einwirkenden Reize immer die Bildung eines Seeigels verursachen, aber in gewissen Fällen wird ein besserer Seeigel gebildet werden als in anderen Fällen.

Die Maschinenteile können also im Ei noch nicht fertig vorliegen sondern müssen als Rohmaterial vorhanden sein.

Es läßt sich dies vielleicht am bequemsten in folgender Weise illustrieren: Eine Lokomotive besteht aus einer gewissen Quantität Kupfer, Eisen, Stahl und Glas. Gibt man nun gleiche Quantitäten dieser Materialien an zwei verschiedene Arbeiter, so werden beide eine Lokomotive machen, aber der eine wird eine bessere Maschine verfertigen als der andere, oder falls beide gleich tüchtig sind, das gleiche Resultat auf verschiedenem Wege erreichen.

Das Resultat hängt also von einem äußeren Einfluß, hier Kenntnis und Tüchtigkeit des Arbeiters ab.

Dies gilt ebenfalls vom Ei; die darin gelösten Substanzen werden zwar dieselbe Maschinenart (in casu einen Seeigel) aufbauen, aber der resultierende Seeigel wird nicht immer gleich vollkommen sein, der Grad der Güte hängt von äußeren Umständen, von einer Reihe von Reizen ab, welche sich mit den sukzessiven Hantierungen des Arbeiters vergleichen lassen.

Denn auch die Arbeit des Arbeiters besteht aus einer Reihe von kleinen Tätigkeiten, er wird sich vornehmen einen runden Bolzen zu machen, während er damit beschäftigt ist, kommt ihm aber der Gedanke, daß ein viereckiger besser sei: einige Striche mit der Feile und der Bolzen ist viereckig; infolgedessen muß er aber seine ganze Konstruktion, dem jetzt viereckigen Bolzen gemäß, ändern, denn selbstverständlich paßt dieser nicht mehr in das runde Loch, das er für ihn bestimmt hatte.

So auch beim Ei; auch dort können äußere Reize einen Teil der Maschine verändern, und dieser Veränderung gemäß werden dann alle nachfolgenden Stadien modifiziert.

Eine weitere Differenz besteht darin, daß das Material, woraus der Arbeiter seine Maschine aufbaut im allgemeinen so starrer Natur ist, daß wenn die Maschine einmal fertig ist, die Veränderung eines runden Bolzens in einen viereckigen die ganze Maschine dermaßen beeinflussen würde, daß sie ihre Arbeit nicht verrichten könnte.

Dies kann auch beim erwachsenen Lebewesen zutreffen, aber durchaus nicht immer. Die Materialien sind dort öfters so plastisch, daß ein von einem Reiz veränderter Teil die sonstigen Teile derartig modifiziert, daß sie sich untereinander adjustieren, so daß die Maschine weiter arbeiten kann; man nennt solche Fälle das zweckmäßige Respondieren auf Veränderungen verursachende Reize.

Daß viele solcher Änderungen sich unserem Auge darbieten als Formveränderungen, braucht wohl kaum betont zu werden.

Wir gelangen also zu dem Resultat, daß ein Ei eine Lösung einer Anzahl chemischer Substanzen darstellt, welche in solcher Weise in Gleichgewicht sind, daß wenn ein Reiz darauf einwirkt, eine bestimmte Maschine aufgebaut wird, aber daß die feinere Qualität dieser Maschine abhängt von der Art der Reize, welche sukzessive auf diese Lösung einwirken.

Falls eine Lokomotive in eine solche Eiform gebracht werden könnte, würde sie bestehen aus einer Lösung von Eisen, Kupfer und Glas und würden diese Elemente in solcher Weise gelöst sein, daß Eisen, Kupfer und Glas im richtigen Moment daraus abgeschieden würden.

Gesetzt den Fall es entstände in dieser Lösung eine solche Änderung, daß im Moment wo Eisen zum Aufbau eines bestimmten Teiles nötig wäre nicht dieses Element, sondern Kupfer ausgeschieden würde, so würde z. B. ein sonst eisernes Rad aus Kupfer gebildet werden. Demzufolge würde dieses Rad alsbald abgenutzt sein und die Lokomotive würde stehen bleiben, in gewissem Sinne also statt einer Lokomotive etwas anderes, z. B. eine Lokomobile sein.

Dies würde zumal dann den Eindruck von etwas ganz anderem hervorrufen, wenn unser Kriterium für eine Lokomotive die Beweglichkeit derselben wäre.

In einem solchen Falle ist eine Veränderung der Grundsubstanz eingetreten, etwas Ähnliches findet wohl bei Mutanten statt.

Wir kommen später darauf zurück. Wir wollen jetzt einmal sehen inwieweit die Form eines, aus einem bestimmten Ei entstandenen, Organismus abhängt von der Reihe von Reizen welche während dessen Entwicklung darauf einwirken m. a. W. von den äußeren Umständen. (Formveränderungen des Individuums).

Nachher werden wir dem Einfluß verschiedener Reize auf eine größere Anzahl ursprünglich mehr oder weniger gleichwertiger Individuen, nachspüren, m. a. W. den Einfluß verschiedener Reize auf identische Konstitutionen (Variabilität) und schließlich den Einfluß identischer Reize auf veränderte Konstitutionen (Mutationen) untersuchen.

Die Abhängigkeit der Form von der Umgebung.

Daß die Form einer Pflanze oder eines Pflanzenteiles von der Umgebung abhängt, sehen wir in sehr deutlicher obwohl in sehr roher Weise an in enge Flaschen eingeschlossenen Früchten, welche die Form der Flasche annehmen.

So klar wie hier der Einfluß ist, so unklar ist er z. B. bei einem im freien Felde stehenden Baum, so unmerkbar sogar, daß ich Sie schon sagen höre, daß ein solcher Baum denn doch die Form annehmen kann, welche er will. Dennoch ist dem nicht so, dieser Baum ist grade so gut in den starren Panzer äußerer Umstände eingeschlossen wie die Gurke in die Flasche. Oder hat der Feuchtigkeitszustand der Luft keinen Einfluß auf die Entwicklung seiner Zweige, hat nicht der Nachtfrost im Mai, wodurch seine Zweige erfroren ihn eben so wirksam beschnitten wie ein Gärtner, und hängt nicht die Dicke seiner Zweige von den Wärme- und Lichtquantitäten ab, welche seinen photosynthesierenden Organen, seinen Blättern, zur Verfügung standen? Findet nicht stets zwischen seinen verschiedenen Zweigen ein Kampf um die Nahrung statt, und wächst nicht derjenige Zweig, welcher die meiste Nahrung bekommt, schneller als die anderen, so daß er an seinen Nachbarn vorbeiwächst und also sehr direkt die Baumform verändert?

Hat nicht der Wind großen Einfluß auf die Form der Baumkrone? Wer dies bezweifelt, der vergleiche die Alleen an der Meeresküste mit ihren einseitigen Kronen, mit den schönen Alleen im Inlande!

So könnte ich fortfahren, doch genug: der Baum auf freiem Felde, steckt ebensogut in der Flasche der äußeren Umstände, wie die Gurke in der Glasflasche.

Zu einer fruchtbaren Diskussion über Abhängigkeit der Pflanzenform von der Außenwelt, ist es aber unbedingt nötig sich Rechenschaft zu geben von den Faktoren welche dabei in Betracht kommen.

In klarer Weise ist dies von G. KLEBS in seinen „Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen“, Jena 1903, dargelegt.

Wir wissen, daß die Organe jeder höheren Pflanze, aus einer oder aus einigen wenigen Zellen, welche die Mitte des Vegetationspunktes einnehmen, gebildet werden. Diese eine oder diese wenigen Zellen müssen demnach alle Eigenschaften der Pflanzenart, wozu das betreffende Individuum gehört, besitzen.

Diese Eigenschaften sind aber noch nicht sichtbar, doch nur als Möglichkeiten, oder wie DRIESCH es nennt, als Potenzen vorhanden.

Man denkt sich diese Potenzen an ein Substrat von äußerst komplizierter chemischer und physischer Zusammensetzung gebunden.

Dieses Substrat mit den durch seine Struktur bedingten Möglichkeiten ist für jede Pflanzenart konstant (für verschiedene Pflanzenarten demnach verschieden) und wird von KLEBS deren spezifische Struktur genannt.

Dieser Begriff der spezifischen Struktur ist nur ein spezieller Fall vom allgemeinen Begriff: Substanz.

Was Substanz eigentlich ist, wissen wir nicht; es ist das Wort womit unser Denken das Beständige „in der Erscheinungen Flucht“ andeutet.

Was Substanz ist, ich wiederhole, wir wissen es nicht — dennoch versuchen wir uns gewisse Vorstellungen über die Struktur der Substanz zu-bilden: dies tat die Chemie durch ihre Molekularhypothese, während NÄGELIS Mizellarhypothese etwas Ähnliches für die lebendige Substanzstruktur versuchte.

Dieses haben zweifellos tote und lebendige Substanz miteinander gemein, daß ihre spezifischen Möglichkeiten erst verwirklicht und dadurch für uns wahrnehmbar werden durch die Einwirkung äußerer Notwendigkeiten oder Ursachen.

So nehmen wir die spezifische Substanz „Kochsalz“ erst wahr durch die Kristalle dieses Salzes, welche sich in einer konzentrierten Lauge bilden. Während die Substanz noch in Lösung war, war sie gerade so gut NaCl, wie nach der Kristallisation, aber unsichtbar, da sie keine einzige ihrer Potenzen zu einer sichtbaren Eigenschaft entwickelt hatte.

Erst infolge eines äußeren Umstandes, z. B. der Temperatur der umgebenden Luft, erreichte die NaCl-Lösung jenen Konzentrationsgrad bei welchem sie eine ihrer Potenzen, die für Kochsalz charakteristische Kristallform, realisieren konnte.

Welche Kristallform, Kristallgries oder schöne Schiffehen auftreten, hängt wiederum von äußeren Umständen ab.

Ähnliches nun beobachten wir bei lebendiger spezifischer Substanz; auch da wird ohne äußeren Einfluß keine Potenz in ein für uns wahrnehmbares Merkmal umgesetzt und auch da ist die realisierte Form von der Art der äußeren Umstände abhängig.

Daß jede Ursache für die Veränderung der Form einer spezifischen Substanz, sie sei lebendig oder tot, von auswärts kommen muß, wird durch eine einfache Erwägung klar.

Denken wir uns irgend einen Körper in einem Gleichgewichtszustand, welcher nur unter bestimmten Umständen bestehen kann, oder mit anderen Worten in einem Zustand der nur unter konstanten Bedingungen beständig werden kann, so wird dem Gesetz von Ursache und Folge gemäß, jeder Änderung dieses Zustandes eine andere Veränderung vorangegangen sein.

Diese letztere Änderung nun kann nur eine Veränderung der Umstände sein; sie ist dann die direkte Ursache der ersteren Veränderung und kommt von außen.

Daß diese Ursache nur eine äußerst kleine Veränderung der Umstände zu sein braucht ist klar, und es sind gerade diese kleinen Veränderungen, diese auslösenden Veränderungen, welche eine so große Rolle im Leben der Organismen spielen.

Die spezifische Substanz bestimmt demnach die Art der möglichen Veränderungen, diese Veränderungen können aber nur von

äußeren Umständen, in bezug auf das Gleichgewichtssystem, verursacht werden.

Für tote Substanz wird diese Auffassung allgemein akzeptiert; weshalb soll man dies also nicht für die lebendige tun?

Dieser Begriff von äußeren Umständen deckt sich nicht direkt mit dem was man bei der Pflanze äußere Umstände nennt.

Die Einflüsse welche man bei der Pflanze gewöhnlich als äußere und innere unterscheidet, sind beide äußere Umstände in bezug auf die spezifische Struktur.

Dies braucht für die äußere nicht weiter betont zu werden, aber wenn die Quantität CO_2 in der Luft ein zweifellos äußerer Umstand ist, ist dann das aus dieser Kohlensäure gebildete Stärkekorn, welches in der Knolle einer Kartoffel und also innerhalb der Pflanze aufgehoben ist, nicht geradesogut auswendig in bezug auf die spezifische Struktur? Zweifellos.

Wir müssen also beim Studium der Pflanze zwei Arten äußerer Umstände beachten beide auswendig in bezug auf die spezifische Struktur, von welchen aber die eine Art außerhalb, die andere innerhalb des Pflanzenkörpers gelegen ist.

Bei dem Studium einer Pflanze haben wir also zu rechnen mit einer Konstante, den spezifischen Möglichkeiten und mit zwei Variablen, den innerhalb und außerhalb des Pflanzenkörpers anwesenden Substanzen oder Umständen, von deren Einwirkung es abhängt, welche Möglichkeiten und in welchem Grade dieselben realisiert werden.

Zu den innerhalb des Pflanzenkörpers gelegenen Einflüssen gehören z. B. die Qualität und die Quantität der in den Zellen anwesenden Substanzen, die verschiedenen Formen der auslösend wirkenden Fermente, die physikalischen Eigenschaften der Zellwand, des Zellsaftes, ja sogar des Plasmas selber.

Diese inneren „Bedingungen zur Realisierung einer Möglichkeit“ werden jedem Individuum von seinen Eltern mitgegeben, aber da sie dennoch in letzter Instanz wieder von äußeren Umständen abhängen, sind auch sie veränderlich.

Es ist grade die Veränderungsmöglichkeit dieser inneren Bedingungen zur Realisierung einer Potenz, welche uns ermöglicht die Hebel zu finden, mit welchen man im Leben der Pflanze eingreifen kann, um zu untersuchen was und in welchem Grade etwas an ihr konstant ist.

Absolut konstant ist wohl nichts an der ganzen Pflanze, da der Grad zu welchem eine Möglichkeit sich entwickelt von äußeren Bedingungen abhängt; eine bestimmte Form ist nur konstant unter konstanten äußeren Umständen.

Faßt man aber den Konstanzbegriff etwas weniger mathematisch, so wird dieses Studium uns lehren, die Eigenschaften einer Pflanze zu trennen in Eigenschaften, welche dem Wesen einer bestimmten Art eigen sind, Organisationsmerkmale oder spezifische Merkmale, und in Eigenschaften, welche durch äußere Umstände verursacht werden, sogenannte Anpassungsmerkmale¹⁾.

1) Hiermit soll keineswegs gesagt sein, daß Anpassungsmerkmale sich nicht zu Organisationsmerkmalen würden entwickeln können.

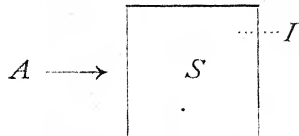
So wird es sich z. B. bei einem derartigen Studium eines kugelförmigen Kaktus und einer derartigen Euphorbia herausstellen, daß die Kugelform ein Anpassungsmerkmal, die Ab- oder Anwesenheit von Milchsäure hingegen ein spezifisches Merkmal ist.

Wir werden noch vielfach Gelegenheit finden auf diese Frage nach Organisationsmerkmalen und Anpassungsmerkmalen zurück zu kommen.

Augenblicklich begnügen wir uns mit dem Versuch herauszufinden, innerhalb welcher Grenzen ein bestimmtes Merkmal bei einer Pflanze veränderlich ist.

Bei unseren Versuchen wird es nie gelingen die Außenwelt direkt auf die spezifische Struktur einwirken zu lassen; es muß dies stets indirekt geschehen, da das Individuum schon von der Mutter bestimmte Kombinationen innerer Umstände erhalten hat.

Diagrammatisch läßt sich dies vorstellen als wäre die spezifische Struktur S von einem Mantel innerer Bedingungen I umgeben, durch welchen Mantel hindurch die äußeren Bedingungen A auf die Struktur einwirken müssen.



Man kann also auf zweierlei Weise experimentieren:

1. I mittels der Einwirkung von A konstant halten. Gesetzt z. B. der Fall, daß S die Möglichkeit besitzt Stärke zu machen und daß dadurch innerhalb I eine gewisse Quantität Stärke angehäuft wird, dann kann man, indem man die Pflanze der Einwirkung des Lichtes aussetzt, den Stärkegehalt von I beibehalten und nun z. B. den Einfluß des Lichtes auf die Krümmung studieren.
2. I mittels verschiedenen A s, z. B. A^1 und A^2 in einen verschiedenen Zustand bringen und dann den Einfluß eines dritten äußeren Umstandes A^3 studieren.

Man erhält z. B. durch A^1 (Licht) ein stärkereiches I^1 und durch A^2 (dunkel) ein stärkefreies I^2 und kann dann diese I^1 - und I^2 -Pflanzen demselben äußeren Einfluß A^3 (strenge Kälte) aussetzen und in dieser Weise den Einfluß von I in bezug auf A kennen lernen.

In beiden Fällen wird also der Einfluß von A auf S festgestellt, im ersteren Falle bei einem konstanten I , im zweiten bei einem variablen I .

Verwendet man in beiden Fällen zwei Individuen (wozu zwei möglichst ähnliche Individuen zu verwenden sind), so werden im ersteren Falle beide Individuen sich A gegenüber auf dieselbe Weise, im letzteren Falle hingegen verschieden verhalten.

In allen Versuchen dieser Art ist es unumgänglich notwendig:

1. Mit möglichst ähnlichen Individuen zu arbeiten, deren Zugehörigkeit zur gleichen elementaren Art wenigstens sicher festgestellt ist.

Gerade deswegen sind Pflanzen für unsere Zwecke so recht geeignet, da wir mittels Stecklingen ein einziges Individuum sozusagen bis ins Unendliche wiederholen können.

2. Durch eine vorangehende Behandlung die inneren Bedingungen der Versuchspflanzen regulieren.

Beschränken wir uns zunächst auf die erstere Kategorie, so gibt es noch einen Umstand, welchen wir im Auge behalten müssen, nämlich die Wechselwirkung, welche zwischen den verschiedenen Organen einer Pflanze besteht.

Die Organe eines bestimmten Individuums befinden sich unter bestimmten Umständen im Gleichgewicht.

Dieser Gleichgewichtszustand der verschiedenen Teile eines Organismus nennt man die Korrelation der Organe.

Durch Entfernung, Vergrößerung oder Verkleinerung eines dieser Organe wird der Gleichgewichtszustand zerstört und werden eins oder mehrere der übrigen Organe verändert.

Wir können mit Sicherheit nur dann von Korrelation¹⁾, von gegenseitigem Einfluß reden, wenn dieser Einfluß sich experimentell feststellen läßt.

In zahlreichen anderen Fällen steht wohl die Ausbildung irgend eines Organes in unverkennbarem Zusammenhang mit der eines anderen, aber wir wissen nicht, ob dieser Einfluß direkt oder indirekt ist, während wir doch nur den direkten Einfluß als Korrelation betrachten dürfen.

Die korrelative Veränderung irgend eines Organes kann quantitativ oder qualitativ sein; der erstere Fall ist der einfachere.

Die quantitative Korrelation wird bemerkbar, indem die Entwicklung eines Organprimordiums von einem anderen Organ gänzlich unterdrückt oder wenigstens in seiner Ausbildung beeinträchtigt wird.

Ein Beispiel liefern z. B. Eiche und Linde; beide besitzen einsamige Früchte, dennoch waren bei der Eiche sechs, bei der Linde sogar zehn Samen vorhanden, aber durch die Entwicklung des einen, in irgend einer Weise bevorzugten Samens, blieben die anderen unentwickelt.

Ein anderes Beispiel: An der Spitze vieler Infloreszenzen gelangen die jungen Blätter, trotzdem ihre Organe sämtlich angelegt sind, nicht mehr zur Entwicklung, da die niedriger gelegenen reifenden Früchte die sonst diesen jungen Blüten zukommende Nahrung an sich ziehen; entfernt man diese Früchte, dann gelangen die sonst verkümmerten Terminalblüten zur Entfaltung.

Ein jeder kann sich von der Richtigkeit dieser Beobachtungen an Boragineen, *Oenothera biennis* und anderen Pflanzen überzeugen.

Während hier die Entfernung der reifenden Früchte zu einer korrelativen Entfaltung der Terminalblüten führt, weil die Organe der letzteren bereits angelegt sind, so führt der gleiche Kunstgriff bei vielen Gräsern nicht zum Ziel, da die Terminalblüten der Infloreszenzen hier vielfach degenerieren bevor deren Organe angelegt sind.

Während im ersteren Fall die Korrelation noch einen nützlichen Effekt haben kann, nämlich eine Entfaltung der rudimentären Blüten, wenn aus irgend einem Grunde die älteren Blüten keine Früchte ansetzen, so ist in letzterem Falle jeglicher Nutzen ausgeschlossen.

Ein schönes Beispiel von Korrelation bietet *Lilium candidum*. Samenansatz findet bei dieser Art sogar bei bester Kreuzbestäubung

¹⁾ Korrelationen: K. GOEBEL, *Organographie* 1898—1901, p. 178 ff. und C. HERNST, *Bedeutung der Reizphysiologie für die Ontogenese*. *Biol. Zentralbl.* 1895, p. 721 ff.

fast nie statt; schneidet man aber nach stattgefundener Befruchtung den Blütenstengel ab, dann findet reichlicher Samenansatz statt. Der Grund ist dieser: bei normalen nicht abgeschnittenen Pflanzen zieht die Zwiebel sämtliche Nahrung an sich, so daß nichts für die Eichen übrig bleibt.

Qualitative Änderungen, durch Korrelation verursacht sind z. B. die Veränderung dorsiventraler Tannenzweige in radiär ausgebildeten, wenn man durch Entfernung der Stammspitze einen dorsiventralen Seitenzweig in der Weise reizt, daß er sich aufwärts biegt; die Veränderung eines Dornes in einem gewöhnlichen Laubtrieb, wenn man den Zweig dessen Axilarknospe sich sonst zu einem Dorn würde entwickelt haben abschneidet und die Veränderung von Kurztrieben in Längstrieben, wovon z. B. MASSART (1896) hübsche Beispiele gibt.

Wir sehen also recht deutlich, daß die Korrelation eine wesentliche Rolle bei der Ausbildung der Pflanzenform spielt, diese Rolle wird aber weit übertroffen durch den Einfluß der äußeren Umstände auf die Pflanze, welcher Einfluß dermaßen ins Gewicht fällt, daß HERBST (1895) ihn sogar mit dem Namen morphogene Reize andeutet.

Vierte Vorlesung.

Morphogene Reize.

Photomorphosen, p. 31. Baryomorphosen, p. 38. Thigmomorphosen, p. 39. Chemomorphosen, p. 39. Hydromorphosen und Aeromorphosen, p. 41. Xero- und Hygromorphosen, p. 44. Kombinierte Wirkung mehrerer Faktoren, speziell nach KLEBS, p. 44. Willkürliche Entwicklungsänderungen und Bedingungen der Fortpflanzung, p. 48. REINKES Auffassung von der notwendigen Reihenfolge der einzelnen Entwicklungsphasen, p. 48.

Morphogene Reize können in verschiedene Gruppen zerlegt werden:

I. Lichtwirkung (Photomorphosen).

Eines der ältesten Beispiele von einem Einfluß äußerer Umstände auf die Entwicklung der Pflanzen ist der von MIRBEL (1835) entdeckte Einfluß des Lichtes auf die Ausgestaltung des Marchantiathallus.

PFEFFER (Würzburg I) und ZIMMERMANN (Würzburg II) haben dies näher untersucht.

Es ist sowohl bei den Brutkörnern als bei den Keimscheibchen von Marchantia (LEITGEB), welche letztere aus den Sporen entstehen, noch unbestimmt welche Seite, zur Ober-, welche zur Unterseite des Marchantiathallus werden wird, obgleich Marchantia in hohem Grade dorsiventral ist, indem die Oberseite in ihrer Struktur bedeutend von der Unterseite abweicht.

Setzt man nun solche Brutkörner oder Keimscheibchen während 2–3 Tagen der Einwirkung des Sonnenlichtes aus, dann ist am Ende dieser Exposition gar keine dorsiventrale Entwicklung sichtbar, dennoch ist dann aber unwiderruflich bestimmt, daß die Seite welche während jener Tage der Lichtquelle zugekehrt war zur Oberseite, diejenige welche von der Lichtquelle abgewendet war zur Unterseite werden wird. Daran ist nichts mehr zu ändern, man mag die einmal der Lichtwirkung ausgesetzt gewesenen Brutkörner oder Keimscheibchen drehen und wenden wie man will; die Seite welche 2–3.

Tagen der Lichtquelle zugewendet war, wird ausnahmslos zur Oberseite.

Wir sehen also, daß bei *Marchantia polymorpha* eine Lichtwirkung von 2—3 Tagen genügt, um, obgleich am Ende dieser Periode gar keine Veränderung sichtbar ist, endgültig zu bestimmen, welche Seite vom Brutkorn oder von der Keimscheibe die Ober- welche die Unterseite des *Marchantiathallus* werden wird.

Es genügt hier also ein verhältnismäßig kurz einwirkender Reiz um die Form zu bestimmen: bei anderen Organen z. B. bei Farnprothallien muß der Reiz fortwährend einwirken.

Farnprothallien bilden ihre Archegonien und Rhizoiden auf einem Gewebepolster an der Schattenseite derselben. Während nun bei den *Marchantiaceen* ein Lichtreiz auf immer die morphologische Ober- und Unterseite fixiert, gelingt es hier, durch Umkehrung des Lichtreizes, bei den neugebildeten Prothalliumtheilen die ursprüngliche Oberseite zur Unterseite umzubilden und umgekehrt.

Man führt diese Versuche in der Weise aus, daß man die Farnprothallien auf einer Nährlösung schwimmen läßt und abwechselnd von oben und unten beleuchtet.

Zur Ausbildung einer bestimmten Dorsiventralität bei Farnprothallien ist demnach ein Reiz welcher während der ganzen Entwicklungsperiode einwirkt, notwendig.

Man braucht eine ähnliche kontinuierliche Einwirkung um die Seite zu bestimmen, an welcher ein Efeu sein Haftwurzeln entwickeln wird. SACHS (1887) zeigte dies mittels folgenden Versuches:

Wenn man einen Efeustengel an eine vertikale Stange bindet und ihn an Fenster stellt, so bilden sich sämtliche Haftwurzeln an der Zimmerseite (Schattenseite), dreht man nun nach einiger Zeit den Topf um, so entstehen die Haftwurzeln an der früheren Licht- jetzt Schattenseite.

Bei *Lepismium radicans*, einer Rhipsalidee, kommen zwei- bis drei-, selten vierseitige Zweige vor. VÖCHTING (1884) zeigte, daß an diesen zweiseitigen blattähnlichen Zweigen die Wurzel an der Schattenseite entstehen und daß diese Erscheinung seinen Grund darin findet, daß das Licht die Bildung von Wurzeln an der Lichtseite unterdrückt. Daß beide Seitenwurzeln bilden können, geht daraus hervor, daß im Dunkeln an beiden Seiten Wurzeln entstehen.

Im allgemeinen wird die Wurzelbildung durch Abwesenheit von Licht begünstigt. Auch auf sonstige unterirdische Organe übt die Finsternis einen ähnlichen Einfluß aus. So z. B. auf Kartoffelknollen (VÖCHTING 1887). Man kann nämlich bei Pflanzen, bei denen man die Ausbildung von Ausläufern verhindert, und bei welchen also die Möglichkeit von Knollenbildung an den unterirdischen Organen ausgeschlossen war, durch Verdunklung, sogar ganz nahe an der gewöhnlichen Stengelspitze Kartoffeln sich bilden lassen.

Unter normalen Umständen wirkt demnach das Licht formbildend auf die Kartoffelpflanze ein, indem es die Knollenbildung an den oberirdischen Organen verhindert, dagegen an den unterirdischen Ausläufern fördert.

Die Förderung von Organbildung an einer bestimmten Stelle kann den ganzen Habitus einer Pflanze bestimmen.

So z. B. bei *Salix incana* (WIESNER 1895). Dort entwickeln sich die Blattknospen nur auf der gutbeleuchteten Zweigseite, also in nor-

malen Fällen an der Oberseite der Zweige, bei *Populus pyramidalis* dagegen aus demselben Grunde auf der Außenseite der steil aufstrebenden Zweige. Der ganze Habitus dieser Bäume wird also in hohem Grade vom Licht bedingt.

Das Licht spielt offenbar eine große Rolle bei der Bildung der sich in einer Ebene verzweigenden plagiotropen Moosspresse, indem es die, in rudimento, auch an der Schattenseite vorhandenen Zweiglein nicht zur Entwicklung gelangen läßt (siehe GOEBEL, Organographie, p. 199).

Während *Hypnum splendens* (GOEBEL l. c. p. 56) normalerweise jedes Jahr einen zunächst orthotropen Sproß bildet, welcher dann bald plagiotrop wird und sich in einer Ebene verzweigt, gelang es COESFELD (1892) auf den Klinostaten durch wechselseitige Beleuchtung, Sprossen zu erhalten, deren Zweige sich nach allen Raumrichtungen ausstrecken.

Fig. 1. *Hypnum (Hylacomium) splendens*. Etagenwuchs: in jedem Jahre bildet sich ein erst orthotroper, dann plagiotroper in einer Ebene verzweigter Sproß aus. (Nach GOEBEL.)



Ein andres Beispiel von der Lichtabhängigkeit der Pflanzenform liefert *Schistostega* (GOEBEL l. c. p. 202).

Fig. 2. *Schistostega osmundacea* (nach GOEBEL). Bei schwacher Lichtintensität kultiviert. Die beiden links und rechts abgebildeten Sprosse waren vorher normal gewachsen; an den neu zuwachsenden Teilen ist die radiäre Blattstellung erhalten geblieben. Das mittlere Exemplar ist von vorn herein bei schwacher Beleuchtung erzogen und hat radiäre Blattstellung von vorn herein (die Blätter sind aber meist schief eingefügt).



Bei diesem Moose werden die Blätter vom Vegetationspunkt radiär, mehrreihig angelegt; durch eine eigentümliche Verschiebung wird aber



die Blattstellung bei normal beleuchteten Exemplaren zweizeilig. Bei experimentell erhaltener sehr geringer Lichtintensität, erzielt man Pflänzchen mit bleibend mehrreihiger Blattstellung ja sogar Pflänzchen, welche bereits zweizeilige Blattstellung hatten, bilden unter solchen Umständen eine mehrzeilige Insertion an ihren neuen Sprossen aus.

Die Blattstellung von *Schistostega* hängt demnach von der Lichtintensität ab, und zwar ist sie mehrreihig bei geringer, zweizeilig bei stärkerer Intensität.

Fig. 3. *Diphyscium foliosum* (nach GOEBEL). Längsschnitt durch ein Stämmchen, welches ein Sporogon trägt. Die Lichtrichtung ist durch den Pfeil angedeutet.

Nicht nur die Blattstellung, sondern sogar die Form der Kapsel kann bei gewissen Moosen vom Licht bestimmt werden.

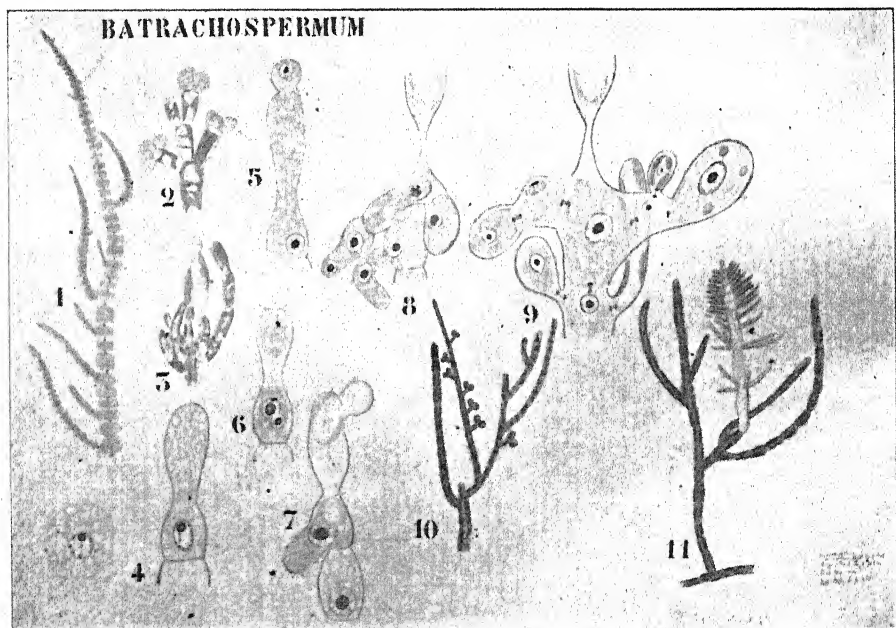


Fig. 4. 1 Batrachospermumform; 2 Antheridien; 3--9 Bildung der Trichogyne, Befruchtung und Ausbildung der Carposporen; 10 Chantrelleform; 11 Eine Chantrelleapflanze, an welcher sich auf vegetativem Wege die Batrachospermumform entwickelt hat. Etwas schematisiert nach SCHMIDLE, v. WETTSTEIN und SIRODOT.

Bei den Buxbaumieen sind die jungen Mooskapseln stets radiär gebaut. Später entsteht eine schiefe Kapsel, indem z. B. bei *Diphyscium* die eine Seite abgeflacht wird. GOEBEL kultivierte nun junge radiäre Sporogonen von *Diphyscium foliosum* bei einseitiger Beleuchtung und konnte dadurch zeigen, daß die Abflachung an der dem Licht zugewendeten Seite stattfindet.

Das Licht hat weiter großen Einfluß auf das von einer Pflanze erreichte Entwicklungsstadium.

Bei einer Süßwasserfloridee, bei *Batrachospermum*¹⁾ ist das höchste Entwicklungsstadium ein reichlich verzweigter Thallus, der sich mittels Karposporen fortpflanzt. Eine solche Karpospore keimt nicht zu einem

Batrachospermum-pflänzchen aus, sondern zu einem davon sehr verschiedenen Vorkeim, welcher sich mittels Monosporen fortpflanzt und in solchem Maße von der vollkommenen Form abweicht, daß man ihn sogar als ein ganz anderes Genus, als *Chantransia* beschrieben hat.

Die *Chantransia*-form nun entsteht bei geringer, die *Batrachospermum*-form bei stärkerer Lichtintensität.

Da sich auch, auf vegetativem Wege, aus den Rindezellen der



Fig. 5. *Campanula rotundifolia* (nach GOEBEL). Mit Langblättern besetzter Sproß, der in schwache Beleuchtung gebracht wurde. Die vorher angelegten Blütenknospen (K) sind verkümmert; es hat sich (was unter normalen Verhältnissen nie geschieht) ein Seitensproß A entwickelt, der Rundblätter hervorbringt. Wenn noch keine Blüte angelegt ist, kann auch der Hauptsproß nach Hervorbringung der Langblätter bei geminderter Lichtstärke wieder zur Bildung von Rundblättern übergehen.

Batrachospermum-form, die *Chantransia*-form entwickeln kann, wäre es erwünscht *Batrachospermum* bei geringer Lichtintensität zu kultivieren, um zu sehen ob dann etwa in analoger Weise mit *Schistostega*, die neugebildeten Sprossen, die *Chantransia*-form annehmen würden.

Einen analogen Fall zu *Batrachospermum* treffen wir bei Moosen an, dort bildet das Protonema erst bei bestimmter Lichtintensität Moos-

1) Fig. 4, p. 34.

knospen, bei geringerer Intensität wächst es unbestimmt lange, als *Protonema* weiter.

Ähnliche Jugendstadien finden sich auch bei höheren Pflanzen, so bildet z. B. *Campanula rotundifolia* (Fig. 5) zunächst runde, später spitze Blätter. Daß die Keimpflänzchen runde Blätter haben, scheint unabhängig von der Lichtintensität zu sein, denn sogar bei sehr starker Lichtintensität werden, wie GOEBEL nachwies, runde Blätter gebildet.

In spätern Stadien, aber, hat man es in seiner Macht runde oder spitze Blätter zu erhalten. Kultiviert man nämlich die *C. rotundifolia* bei geringer Lichtintensität weiter, dann sind auch die später gebildeten Blätter rund, bei stärkerer Lichtintensität dagegen spitz; sogar ein mit spitzen Blättern versehener Zweig kann durch Überführung in einen Kulturraum geringer Lichtintensität, gezwungen werden Seitenzweige mit runden Blättern zu bilden¹⁾.

Als Beispiele sehr auffällender Formänderungen, unter dem Einfluß des Lichtes, dürfen die Abflachung und Oberflächenvergrößerung chlorophyllhaltiger Organe genannt werden.

Aus einer in geringer Lichtintensität keimenden Farnspore entwickelt sich zunächst ein zylindrischer Faden, welcher sich erst bei höherer Lichtintensität zu einem flachen, blattähnlichen Prothallium entwickelt.

Eine derartige Abflachung findet sich bei den Chlorophyll führenden Wurzeln von *Phalaenopsis amabilis*, welche solange sie in den Moospolstern der Baumzweige — auf welchen diese Orchidee epiphytisch lebt — verlaufen, zylindrisch sind, wenn sie aber aus diesen heraustreten und also dem Lichte ausgesetzt werden, sofort stark abgeflacht werden.

Das schönste Abflachungsbeispiel infolge der Lichtwirkung bietet *Opuntia*. Diese Pflanze hat bekanntlich ihre Stengelglieder zu photosynthetisierenden Organen ausgebildet. Diese bilden sich aus einem radiär gebauten Vegetationspunkt; ihre ursprünglich radiäre Struktur zeigt sich noch in dem Umstand, daß sie allseitig Dornen tragen.

Bei *Opuntia leucotricha* nun, bleiben die im Dunklen gebildeten Sprosse zylindrisch, d. h. wie sie angelegt werden, so daß die flache Form der *Opuntia*-Stengelglieder eine direkte Folge der Lichtwirkung ist. (Fig. 6).

Auch die Abflachung des *Caulerpathallus* wodurch die sogenannten „Blätter“ dieser Pflanzen entstehen, beruht auf der Einwirkung des Lichtes; im Dunklen entstehen zylindrische Organe (KLEMM 1893).

SACHS war von dieser abflachenden Eigenschaft des Lichtes auf Chlorophyll enthaltende Organe dermaßen überzeugt, daß er — wahrscheinlich mit Recht — die flache Form der Flechten im Gegensatz zu der aufrechten der Fungi — auf ihren Chlorophyllgehalt und das damit verbundene Verhalten dem Licht gegenüber, zurückführte.

Ein anderes Beispiel der Photomorphose bietet die Anisophyllie.

Anisophyll sind diejenigen plagiotropen Zweige, welche an gegenüberstehenden Seiten Blätter verschiedener Größe (und verschiedenen Gewichts) tragen, meistens sind die kleinsten Blätter auf der Oberseite, die größten auf der Unterseite inseriert; der entgegengesetzte Fall wird aber ebenfalls angetroffen.

GOEBEL zeigte (l. c. p. 217), daß die Anisophyllie von *Lycopodium*

¹⁾ Man vergleiche auch die soeben erschienene Mitteilung GOEBELS: Eine merkwürdige Form von *Campanula rotundifolia*. *Flora* 1905 (Bd. XCV, Heft 1, erschienen am 21. September), p. 232.

complanatum direkt durch das Licht verursacht wird¹⁾. Durch Verdunkelung an ihrem natürlichen Standort konnte er im Finstern entwickelte Sprosse erzeugen, welche keine Spur von Anisophyllie zeigten.

Die Anisophyllie des *Lycopodium complanatum* ist demnach eine Photomorphose.

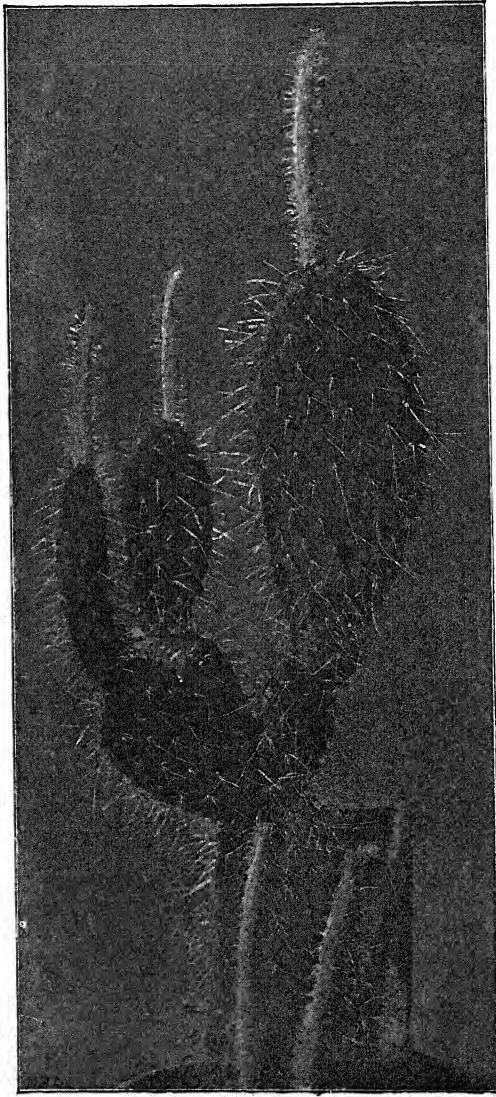
Auch die Funktion eines Organs kann vom Licht bestimmt werden. Bei *Oedocladium protonema* (STAHL l. c.), einer landlebenden Alge, treffen wir überirdische reichlich verzweigte, grüne Fäden an und unterirdische farblose Rhizoiden.

Setzt man diese Rhizoiden der Lichteinwirkung aus, so bilden sie sich zu normalen, grünen, kurzgliedrigen Lichtsprossen aus.

Sogar bei ganz farblosen Pflanzen, wie Pilzen, ist Lichtwirkung konstatiert.

So kann man den Hals der Perithezien von *Sordaria fimiseda* (WORONIN l. c.) in jeder gewünschten Richtung drehen lassen, ja sogar sich zu einem spiralig

Fig. 6. *Opuntia leucotricha* (nach GOEBEL). Pflanze, welche im Finstern ausgetrieben hat. Die hier entfalteten Sprosse sind zylindrisch (nicht abgeflacht, wie die Lichtsprosse). Ihre Internodien haben sich nicht (wie bei anderen etiolierten Sprossen sonst die Regel ist) überverlängert.



gedrehten Organ umbilden lassen, indem man die Lichtquelle um sie herum bewegt. Bei vielen Hymenomyceten kann weiter der „Hut“ nur im Licht ausgebildet werden und werden im Dunklen keine Hüte, sondern weiße unverzweigte oder korallenähnlich verzweigte Stränge gebildet.

Daß das Licht einen bedeutenden Einfluß auf die Blütenbildung hat, ist allgemein bekannt.

1) Vergl. Fig. 7, p. 30.

II. Die Wirkung der Schwerkraft (Barymorphosen).

Wenn man Zweige von *Tropaeolum majus*, ohne sie von der Mutterpflanze abzuschneiden, so in Erde eingräbt, daß die Blätter über den Boden hervorragen, findet die Wurzelbildung an verschiedener Stelle statt, je nachdem die Zweige vertikal oder horizontal eingegraben sind.

Bei den vertikal eingegrabenen treten die Wurzeln allseitig hervor, bei den horizontalen ausschließlich an der Unterseite. Finsternis und Feuchtigkeit sind hier die Ursachen der Wurzelbildung, ortsbestimmend ist aber die Schwerkraft.



Ein noch unveröffentlichter Versuch MASSARTS liefert ein weiteres schönes Beispiel von Schwerkrafteinfluß.

Er befestigte eine tropische Pflanze (*Alloplectus sanguinea*) mit asymmetrischen Blättern auf einem Klinostaten¹⁾ und entzog sie in dieser Weise der Einwirkung der Schwerkraft; die neugebildeten Blätter waren ebenfalls asymmetrisch, wenn er aber die Samen auf dem Klinostaten keimen ließ, bildeten die Pflanzen symmetrische Blätter.

Fig. 7. **Lycopodium complanatum** (vergr. nach GOEBEL). Sproß, der im dunklen ausgetrieben hat; nur die Hauptachse des (Seiten-)Sprosses hat ausgetrieben und der neu zugewachsene Teil hat radiäre Ausbildung erfahren.

Die Asymmetrie der Blätter wurde also durch die Schwerkraft verursacht, um diese zu verursachen war aber nur eine verhältnismäßig kurze Einwirkungszeit nötig; war einmal bestimmt, daß asymmetrische Blätter gebildet werden würden, so hatte eine spätere Aufhebung der Schwerkraft keinen Einfluß mehr. Der Fall ist also vollkommen analog der Lichtwirkung bei *Marchantiapflänzchen*.

Bei *Opuntia* (SACHS l. c.) werden die neuen Sprosse auf den schmalen Oberseiten der Zweige angelegt. Biegt man aber diese Zweige

¹⁾ Für die Beschreibung desselben sehe man: JEAN MASSART, Notes de Technique. Annales publiées par la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, Tome XIV, Fasc. 2, 1905.

um, so daß sie eine horizontale Stellung einnehmen, so kann man (allerdings erst nach etwa 2 Jahren) sogar Sprosse auf der morphologischen Unterseite erzielen.

Die Rhizome von *Yucca* und *Dracaena* wachsen horizontal oder vertikal im Boden und bilden dort ringförmige Schuppen.

Stellt man nun ein im Topf gezogenes Exemplar das vertikal nach unten gewachsene Rhizome besitzt, auf den Kopf, so bilden diese Rhizome keine Schuppen, sondern Laubblätter. Da solches unterm Boden geschieht, kann das Licht keine Rolle spielen und hängt es also von ihrer Stellung zur Schwerkraft ab, ob die *Yucca*-rhizome Schuppen oder Blätter bilden werden.

Die morphogene Wirkung der Schwerkraft wird sehr schön durch verschiedene Regenerationerscheinungen demonstriert.

Nimmt man ein langes Internodium eines *Populus*-zweiges, so bildet sich an beiden Schnittflächen ein ordentlicher Callus (TITTMANN 1895). Die Bildung dieser Calli ist von der Schwerkraft gänzlich unabhängig. Ursache ist der Wundreiz.

Pflanzt man nun einen dieser Zweige mit seinem apikalen Ende nach oben, dann bildet das obere Ende Laubsprosse, das untere entwickelt entweder gar nichts oder Wurzeln.

Dreht man den Zweig um, so daß das apikale Ende nach unten kommt, so bildet das ursprünglich basale Stück Laubsprosse, das apikale erzeugt entweder gar nichts oder ebenfalls Laubsprosse.

Das abgeschnittene Internodium erhält also von der Mutterpflanze die Neigung, am apikalen Ende Laubsprosse, am basalen Ende Wurzeln zu bilden. Durch Umdrehung kann man das basale Ende zwingen Laubsprosse zu bilden, nicht aber das apikale Wurzeln zu erzeugen.

Wir haben hier also mit einer Polarität zu tun, welche mit unseren jetzigen Methoden, nur am basalen Ende von der Schwerkraft überwunden werden kann.

III. Kontaktwirkung (Thigmomorphosen).

Ein von alters her bekanntes und schönes Beispiel von morphogener Kontaktwirkung liefert *Ampelopsis*. *Ampelopsis*-ranken, welche nicht mit einem festen Gegenstand in Berührung kommen, bilden keine Haftscheiben; diese entstehen erst, wenn sie mit einem festen Gegenstand in Berührung kommen.

Auch *Cuscuta* bildet erst Haustorien, wenn sie mit ihrer Wirtspflanze in Berührung tritt.

Ein auffallend schönes Beispiel von Kontaktwirkung bietet *Riccia fluitans*. Es existiert von dieser Pflanze eine wurzellose Wasserform und eine wurzelbildende Landform. GOEBEL zeigte nun, daß auch die Wasserform sich zu Rhizoidbildung bringen läßt, wenn man ihr dadurch Kontakt besorgt, daß man sie auf einem feinen Haarsieb herumswimmen läßt.

IV. Die Wirkung chemischer Substanzen (Chemomorphosen).

Die schönsten Beispiele dieser Art werden von den Gallen geliefert. BEYERINCK (1882) zeigte, daß die von *Nematus Capreae* verursachte Galle die Folge eines zähflüssigen Tröpfchens Gift ist, und sich auch dann bildet, wenn kein Ei abgelegt wird.

Aber auch in jenen Fällen, wo kein Gift in die Pflanze gebracht wird, konnte BEYERINCK zeigen, daß nicht das Nagen der Larve, sondern eine chemische Substanz welche vom Ei ausgeschieden wird, die Gallbildung verursacht, denn letztere hat öfters schon angefangen, ehe die Larve die Eihaut verlassen hat.

Während nun bei den meisten Gallen nur bereits im Besitz der Pflanze befindliche Eigenschaften modifiziert werden, gibt es Gallen, welche ganz neue Eigenschaften bilden.

Das schönste Beispiel eines solchen Falles ist die von SOLMS in den Buitenzorger Annalen beschriebene Galle, welche von *Ustilago Treubii* auf *Polygonum chinense* verursacht wird. Dort bildet das *Polygonum* eine Art Kapillitium, welche dem Parasiten beim Ausstreuen der sporen Dienste beweist, ein „Pilzsporenzerstreuungsgewebe“!

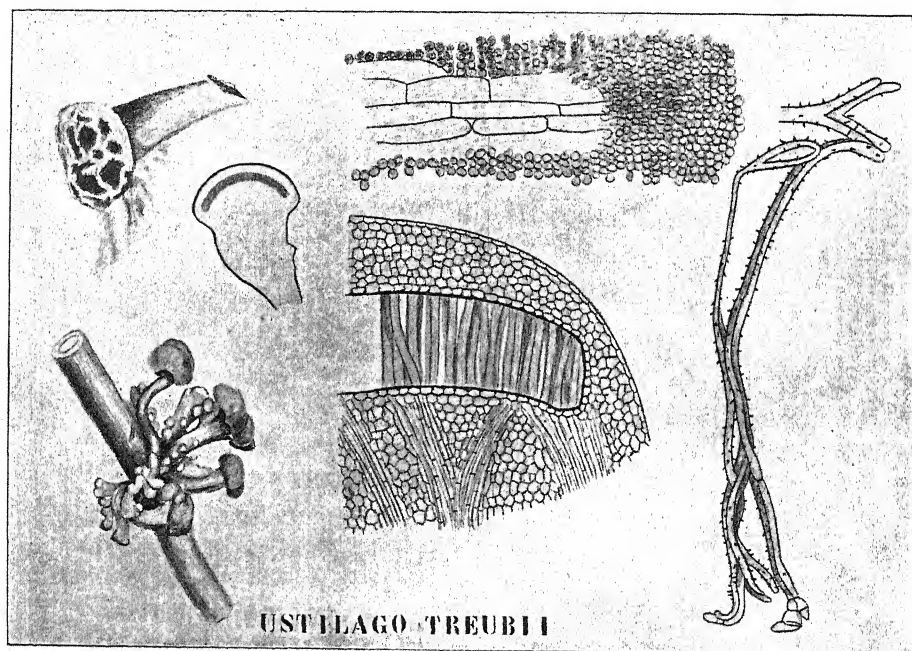


Fig. 8. *Ustilago Treubii* (etwas schematisiert nach SOLMS). 1 *Polygonum*-stamm mit den Fruchtgallen von *Ustilago Treubii*; 2 Längsschnitt einer Fruchtgalle, das Sporenlager zeigend; 3 Reife eröffnete Fruchtgalle des Pilzes mit heraushängenden Capillitiumflocken; 4 Längsschnitt des Sporenlagers einer reifen Fruchtgalle des Pilzes nach Auspinselung der Sporen; 5 Stück eines einzelnen von seiner Sporenhülle umgebenen Capillitiumstranges aus der reifen Fruchtgalle; 6 Fadengeflecht des Capillitiums.

Daß die chemische Substanz bei den gewöhnlichen Gallen das formbestimmende Agens ist, geht daraus hervor, daß dasselbe Organ z. B. ein Eichenblatt sehr verschiedene Gallenarten tragen kann, je nach den Tieren, welche sie verursachten.

Andererseits spielt zweifellos auch die Pflanze dabei eine Rolle, wie daraus hervorgeht, daß die Gallen vom gleichen Insekt auf ver-

schiedenen Pflanzen verursacht, dennoch verschieden sind; eigentlich ist dies selbstredend. Beispiele liefern die Gallen von *Cecidomyia Artemisiae* auf *A. campestris* und *A. scoparia*.

V. Der Einfluß der Umgebung.

a) Einfluß von Wasser und Luft.

(Hydromorphosen und Aeromorphosen.)

Eines der schönsten Beispiele liefert *Polygonum amphibium*, welches vor kurzem noch von MASSART (1902) untersucht wurde.

Es gibt von dieser Pflanze eine Land-, eine Wasser- und eine Dünenform.

Fangen wir unsere Betrachtungen mit der Landform, welche ja am meisten mit der Form anderer *Polygonum*-arten übereinstimmt, an. Sie wächst an feuchten Orten, ihre Stengel sind aufrecht, mit schwach angeschwollenen Knoten, die Blätter sind lanzeolat mit abgestutztem oder ein wenig herzförmigem Fuß, einem kurzen Blattstiel und beiderseits — hauptsächlich aber an der Unterseite — behaart; Petiolus, Vagina und Ochrea sind behaart.

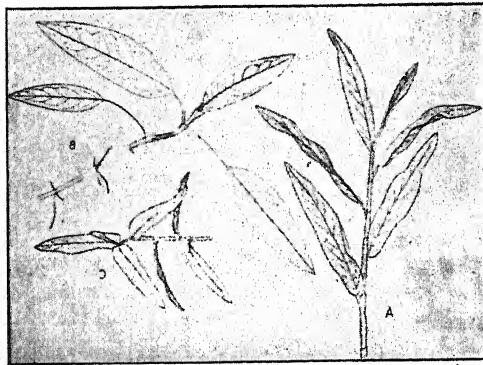


Fig. 9. *Polygonum amphibium* (nach MASSART). A die Landform; B die Wasserform; C die Dünenform.

Die Wasserform zeigt alle Merkmale einer typischen Wasserpflanze. Der Stengel ist stark verlängert, da die Glieder sowohl länger als zahlreicher sind. Die Zahl der gebildeten Blätter ist denn auch viel größer; dennoch besitzt die Pflanze nie mehr als 3—5 Blätter zu gleicher Zeit. Dies kommt daher, daß jedes Blatt nur einige wenige Tage lebt und kaum erwachsen bereits abstirbt. Die Verlängerung der Internodien bringt die Pflanze an die Wasseroberfläche, einmal schwimmend fährt der Stengel fort in horizontaler Richtung zu wachsen. Unterhalb eines jeden Knotens werden Adventivwurzeln gebildet. Die Blätter besitzen einen langen Stiel, die Lamina ist zugespitzt an der Basis, nie cordat. Die Haare der Landform fehlen völlig; das Blatt ist ganz kahl.

Die Dünenform des *Polygonum amphibium* wuchs in den Dünen bei Coxyde zwischen *Euphorbia Paralias*, *Ammophila* und anderen typischen Dünenpflanzen. Auch bei Katwyk, in der Nähe von Leiden habe ich sie angetroffen. Die Zweige sind nicht, wie bei der Landform aufgerichtet, sondern kriechend, reichlich verzweigt, mit kurzen Internodien und ziemlich stark angeschwollenen Knoten. Die Blätter sind kurz gestielt, kleiner als die der Landform, sehr stark in allen Teilen behaart und ein wenig klebrig.

MASSART konnte nun zeigen, daß diese drei Formen direkte Hydro- und Aeromorphosen sind.

Wenn ein Zweig der Landform ins Wasser geleitet wird, nehmen die neuen Blätter direkt die Form der typischen Wasserpflanze an.

Gelangen die schwimmenden Zweige der Wasserform zwischen Schilf oder anderen Pflanzen, also in den Schatten, so erheben sie ihre Spitze oberhalb der Wasseroberfläche und bilden behaarte Blätter.

Stellt man die Dünenform in Wasser, dann sterben alle anwesenden Blätter direkt ab, darauf verlängern sich die Stängel und die hernach gebildeten neuen Blätter sind die typischen Schwimmblätter der Wasserform.

Noch auffallender: Zweige der Dünenform von *Coxyde* wurden im botanischen Garten in Brüssel auf drei verschiedene Weisen gepflanzt:

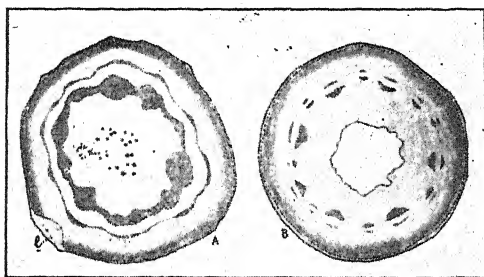


Fig. 10. *Polygonum amphibium* (nach MAS-SART). Querschnitte der Stängel: A der Landform; B der Wasserform.

Die Landform hat einen soliden markgefüllten Stängel, die Wasserform einen hohlen Stängel indem das Mark degeneriert. Führt man einen Zweig der Landform ins Wasser, so wird der Stängel hohl.

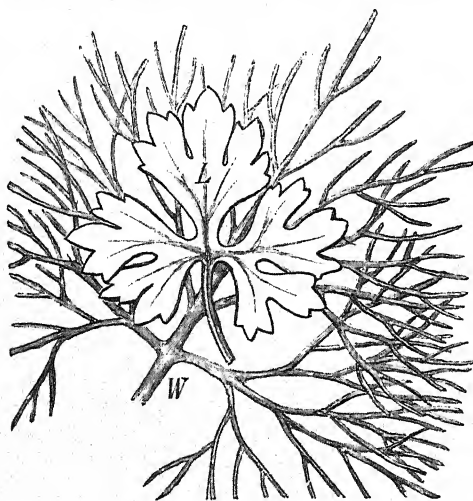


Fig. 11. *Ranunculus multifidus*. L Landblatt; W Wasserblatt (nach GOEBEL).

Schild., II, p. 313) konnte nachweisen, daß die beiden Blattformen von *Ranunculus Purshii* (= *multifidus*) direkt von der Umgebung abhängen; das stark gespaltene Blatt ist eine Hydro- das weniger zerteilte eine Aeromorphose.

a) in einen mit Sand gefüllten Topf, der wenig begossen wurde;

b) in einen Topf, dessen Boden ins Wasser reichte;

c) unter Wasser.

a) lieferte die typische Dünenform, b) die Landform und c) die Wasserform.

Daß die Veränderungen nicht bloß äußerliche sind, mag aus folgendem hervorgehen:

Die untere Epidermis der Wasserblätter besitzt keine Stomata, während schon das erste Blatt, welches sich an einem oberhalb des Wassers angebundenen Zweig der Wasserform bildet, solche aufweist. Auf der anderen Seite besitzt die Dünenform Stomata an der Blattunterseite, das erste Blatt der unter Wasser kultivierten Dünenform schon nicht mehr.

Manche weitere Differenz könnte noch erwähnt werden, jedoch dies genügt wohl, um zu zeigen, wie stark der Einfluß der Umgebung ist und er ist keineswegs auf *Polygonum amphibium* beschränkt. GOEBEL (Biol.

Wenn die Bäche worin diese Pflanze wächst eintrocknen bildet *Ranunculus fluitans* statt der typischen Wasserblätter, viel breitere Landblätter (GOEBEL, Biol. Schild. II, p. 315). Am auffallendsten dabei ist der Umstand daß die Wasserblätter radiär, die neugebildeten Laubblätter hingegen dorsiventral gebaut sind, und obgleich es GOEBEL nicht gelang den experimentellen Nachweis zu liefern, so scheint es dennoch wahrscheinlich daß letztere durch Licht verursacht wird.

Ein weiteres schönes Beispiel von morphogener Einwirkung der Umgebung liefert *Jussieia repens*.

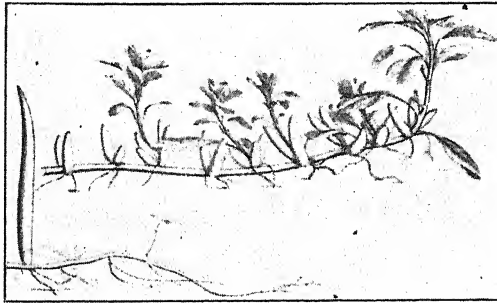


Fig. 12. *Jussieia repens* (nach GOEBEL). Die zylindrischen aufrechten Organe sind die Atemwurzeln.

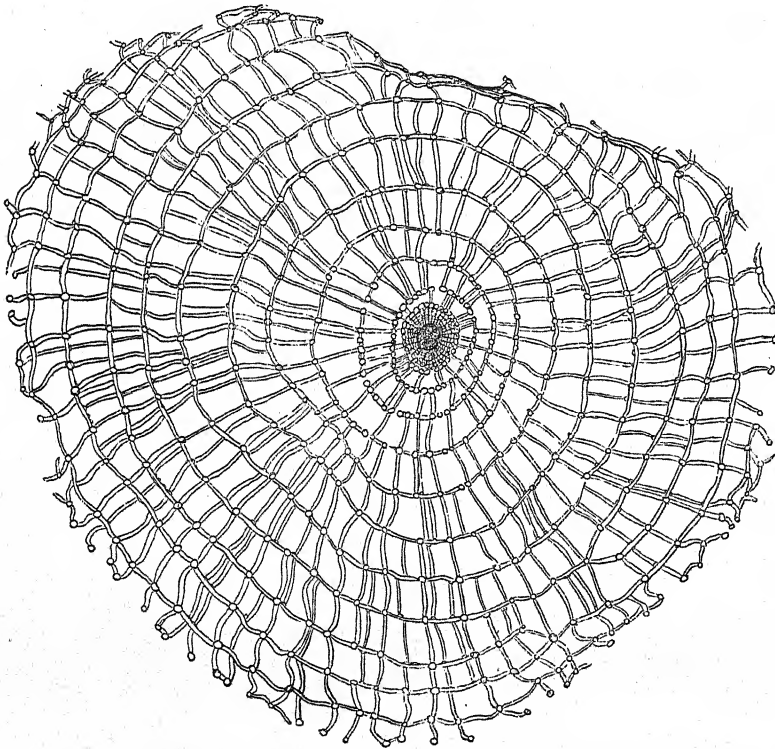


Fig. 13. *Jussieia pepens* (nach GOEBEL). Querschnitt durch eine Luftwurzel. In der Mitte das rudimentäre Wurzelgefäßbündel, außen die schwammige, hauptsächlich aus Interzellularräumen gebildete Masse; ca. 40mal vergr.

Diese Pflanze bildet in Wasser eigentümliche Atemwurzeln, welche bei Kulturen auf feuchtem Boden nicht auftreten; GOEBEL konnte dies an vieljährigen Kulturen nachweisen.

Desmanthus natans (*Neptunia oleracea*) ist eine Pflanze, welche an den Internodien der flutenden Zweige Aerenchym bildet. Die Bildung dieses Aerenchyms findet stets ein wenig oberhalb der Stelle statt, wo die Pflanze das Wasser berührt, so daß offenbar der vom Wasser ausgehende Reiz zur Aerenchymbildung von den oberhalb des Wassers gelegenen Geweben noch auf eine kleine Distanz weitergeleitet wird.

An Pflanzen, welche unter normalen Umständen kein Aerenchym besitzen, konnte GOEBEL (Biol. Schild., II, 260) experimentell dessen Bildung hervorrufen bei *Lycopus europaeus* und bei *Lythrum salicaria*. Dazu braucht man diese Pflanzen nur in Wasser einzupflanzen; bei *Lycopus* bekommt man dann sogar innerhalb drei Wochen eine sehr starke Aerenchymbildung.

Sehr eigentümlich ist der Einfluß der Umgebung auf die Blätter von *Stratiotes aloides*. COSTANTIN (1886) zeigte, daß die äußeren, stets untergetauchten, Blätter der Rosetten keine Stomata besitzen. Bei den später gebildeten Blättern ragt die obere Hälfte aus dem Wasser hervor; der Wasserteil des Blattes nun besitzt keine Stomata, während der Luftteil solche in zahlreicher Weise aufweist.

b) Die Wirkung von trockener und feuchter Umgebung

(Xero- und Hygromorphosen)

(Wirkung größerer und geringerer Transpiration).

Die Versuche LOTHÉLIERS (1893), nach welchen Dorne, seien es nun Zweigdorne (*Ulex*) oder Blattdorne (*Berberis*), die Neigung zeigen, sich in mit Wasserdunst gesättigten Räumen zu normalen Zweigen oder Blättern umzubilden, während bei *Robinia* die Dornenbildung unter jenen Umständen ganz aussetzen soll, konnten von GOEBEL nicht bestätigt werden.

Die für uns wichtigsten Versuche wurden von KOHL (1886) gemacht.

Wir nennen von den qualitativen Veränderungen, welche KOHL unter dem Einfluß von, mittels Chlorcalcium, trocken gehaltener Luft nachweisen konnte:

Eine dickere Cuticula, collenchymatische Verdickung des Bastparenchyms, Reduktion der Interzellularräume, Vermehrung der Gefäßzahl usw.

Aber sogar bestimmte Neubildungen können durch trockene Luft verursacht werden, so finden wir z. B. bei *Mentha aquatica* und bei *Ficus scandens* zwischen Mark und Cambium bei trocken kultivierten Exemplaren einen Sklerenchymring, welcher den in feuchter Luft kultivierten Exemplaren völlig fehlt.

c) Die kombinierte Wirkung mehrerer Faktoren.

Speziell die rezenten Untersuchungen von KLEBS zeigen uns den großen Einfluß der Umgebung auf die Entwicklung der Pflanzen.

Bekanntlich bildet *Veronica Chamaedrys* bestimmte Infloreszenzen, welche unter normalen Umständen die Entwicklung dieser Pflanze abschließen.

Diese Infloreszenzen unterscheiden sich in mancher Hinsicht von den vegetativen Sprossen und zwar:

1. Im Wachstum.

Die Stengel haben ein unbegrenztes, die Infloreszenzen ein begrenztes Wachstum. Der Zeitpunkt, in welchem die Blütenbildung an

der Spitze der Infloreszenzen aufhört, ist von der Nahrung abhängig, also von den Bedingungen, welche an derjenigen Stelle, wo die Pflanze wächst, herrschen. Diese beherrscht also die wirkliche Länge der Infloreszenz. Aus Zählungen und Messungen an 383 Infloreszenzen ergab sich eine mittlere Länge derselben von 10,7 cm, die mittlere Blütenzahl war 8,8. Die größte Länge betrug 25,5 cm, die größte Blütenzahl 26.

2. In der Verzweigung.

Die vegetativen Zweige bilden in den Achseln aller Blätter Seitenknospen, obwohl viele dieser nie zur

Entwicklung gelangen. Solche Knospen können auch in der Achsel jener Blätter entstehen, welche bereits eine Infloreszenz tragen. Dagegen entwickelt die Infloreszenz immer nur eine Blüte in den Achseln ihrer Hochblätter. Sogar bei sehr früher Entfernung einer solchen Blüte entsteht keine neue Knospe.

3. In der Größe und der Form der Blätter.

4. In der Blattstellung.

Die Insertion der Laubblätter ist dekussiert zweizeilig, die der Infloreszenzblätter $\pm \frac{2}{5}$.

5. In der Behaarung.

Die vegetativen Stengel sind in sehr charakteristischer Weise zweizeilig behaart; die Haarreihen sind in benachbarten Internodien um 90° gedreht. Die Infloreszenzen hingegen sind gleichmäßig allseitig behaart. Die Stengelhaare sind vielzellig, spitz, die der Infloreszenzen besitzen meistens ein kugelförmiges, sezernierendes Köpfchen.

Sind nun diese Infloreszenzen Organe sui generis, also eine notwendige Folge der spezifischen Struktur der *Veronica Chamaedrys*, oder ist ihre Form von der Umgebung bedingt?

Es fragt sich also: kann man willkürlich eine Infloreszenz zu einem Laubzweig umzüchten.



Fig. 14. *Veronica chamaedrys*, $\frac{5}{6}$ nat. Größe (nach KLEBS). Normaler Trieb mit zwei blühenden Infloreszenzen.

Die Antwort lautet bejahend. Die beste Methode besteht darin, daß man Zweige mit jungen Infloreszenzen als Stecklinge feuchtwarm bei mäßiger Lichtintensität kultiviert, unter Entfernung des Zweigvegetationspunktes, und aller austreibenden Seitenzweige. Statt eines festen

Substrats kann man auch 0,2 Proz. KNOPSCHE Nährlösung für die Kultur dieser Stecklinge verwenden.

Bereits blühende Infloreszenzen in KLEBS' Kulturen im Herbst entstanden, konnte er innerhalb 14 Tagen in vegetative Zweige verwandeln.

Die Metamorphosen eines Laubsprosses zu einer Infloreszenz ist demnach eine Folge der Einwirkung von äußeren Umständen.

Der umgekehrte Fall, welcher nicht in der Natur, sondern nur in Kulturen vorkommt, die Metamorphose der Infloreszenz zu einem Laubsproß, kann bei jungen Infloreszenzen öfters fast plötzlich verlaufen.

In der Regel aber kann man einen sehr allmählichen Übergang zum vegetativen Zweig wahrnehmen. Das erste Zeichen der stattfindenden Umbildung beobachten wir an den Hochblättern. Sie werden öfters zunächst so klein, daß sie sich nur noch als Knötchen

bemerkbar machen und können sogar noch offene Blüten tragen, bevor sie blattähnlich werden (Fig. 15).

In anderen Fällen bemerken wir eine langsame Vergrößerung der Hochblätter, allmählich nehmen sie die Gestalt von Laubblättern an. Noch wenn diese Metamorphose schon angefangen hat bleibt die Blatt-

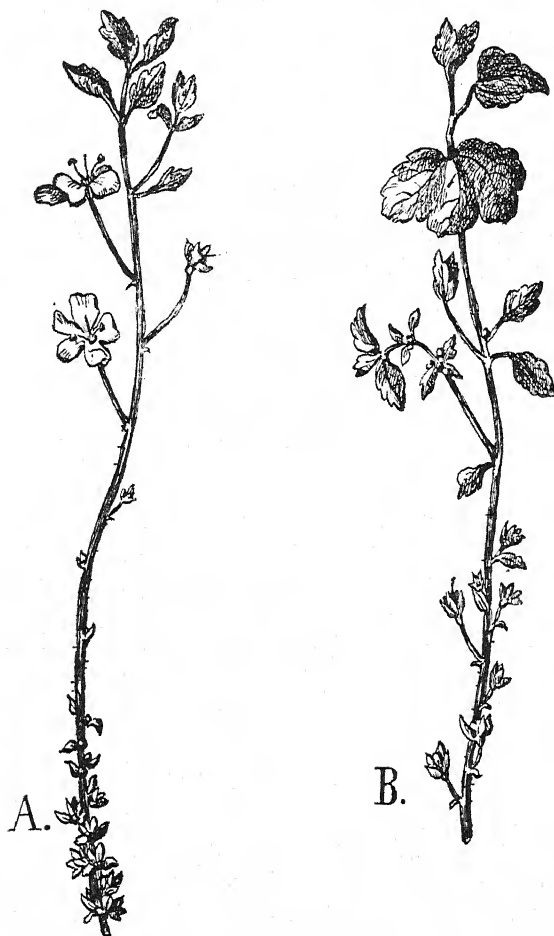


Fig. 15. *Veronica chaemadrys*, $\frac{6}{7}$ nat. Größe (nach KLEBS). Zwei metamorphosierte Infloreszenzen, als Stecklinge in Erde feucht im Gewächshaus seit 27. April 1902 kultiviert. A. Die Hochblätter sind stark reduziert, die letzten offenen Blüten nur noch an kleinen Knötchen sitzend; die beiden Blüten hatten fünf Kelchzipfel und fünf Kronenzipfel. B. Infloreszenz mit einem Seitenzweig, anfänglich mit dreiblättrigem Quirl (umgewandelter Kelch?) nebst Blütenknöschen oben vegetativ werdend. An der Infloreszenz auffallend geformte, wie aus zwei Blättern zusammengesetzte Blätter. Am 26. Juni 1902 gezeichnet.

stellung abwechselnd ($\frac{2}{5}$) und öfters schreitet diese erst ganz allmählich vor zur dekussierten Insertion; erst wenn diese erreicht ist, wird die Behaarung die für den Laubsproß charakteristische.

In den Achseln der bereits veränderten Hochblätter können noch Blüten zur Entwicklung gelangen, aber diese sind öfters abnormal z. B. mit fünf Kronen und fünf Kelchblättern (Fig. 15 A.). Oder es bilden sich in den Achseln Seitenzweige, welche eigentümliche Zwischenformen von Infloreszenzen und Laubsprossen sind (KLEBS, Fig. 16).

Dieser allmähliche Übergang einer Infloreszenz in einen so ganz anders gebauten Laubzweig, ist ein sehr wichtiger Vorgang. Denn er zeigt, daß die Infloreszenz nicht eine Einheit ist, sondern daß sie in einer Anzahl von Einheiten zerlegt werden kann.

Betrachtung und Beobachtung führen also zur Auffassung, daß jedes Merkmal wie Blattform, Insertion, Zweigbildung, Behaarung durch in der Pflanze anwesende (in bezug auf das System jedoch äußere) Bedingungen bestimmt werden.

Die interessanten Zwischenformen, welche man z. B. öfters zwischen Staubfäden und Blumenblättern bei verdoppelten Blumen antrifft, zeigen, daß die Merkmale des einen Organs sich mit denen des anderen verbinden lassen.



Fig. 16. *Veronica chamaedrys*, $\frac{6}{7}$ nat. Größe (nach KLEBS). Eine Infloreszenz als Steckling kultiviert, hell und feucht, allmählich in einem vegetativen Zweig übergehend. Die Hochblätter nehmen an Größe zu; in ihren Achseln entstehen Zweige; der erste mit drei quirlartig sitzenden Hochblättern, in deren Achseln noch je ein Blütenknöschen; der oberste Zweig anfangs mit drei Blättchen, dann später zwei. Kultur vom 23. April 1901; gez. am 6. April 1901.

Diese relative Selbständigkeit zwingt zur Auffassung, daß die Merkmale von verschiedenen, für jedes Merkmal spezifischen Bedingungen abhängen.

Wir wissen, daß unter normalen Umständen eine Kartoffel stets Stärke enthält und diese Beobachtung führt leicht zur Annahme, daß Stärke ein integrierender Bestandteil der Kartoffel sei.

Dennoch hat VÖCHTING (1887) stärkefreie Kartoffeln erzielt an vergeilten im Dunkeln gebildeten Kartoffelausläufern, und also nachgewiesen, daß die Entstehung und das Wachstum dieser Knollen sich von der Ablagerung von Stärke trennen läßt.

Bevor wir mit der Betrachtung von äußern Einflüssen auf die Form der Organismen aufhören, müssen wir noch einiges über die

Fortpflanzung

mitteilen. Bei allen Organismen fängt in einem bestimmten Moment ihres Daseins die Bildung von Fortpflanzungsorganen an. Ist nun das „Sichfortpflanzen“ ein Vorgang der an einem fest bestimmten Moment in der Entwicklung der Organismen auftritt?

Es gibt Sachen im täglichen Leben, welche zu dieser Auffassung führen; wir wissen, daß fast alle höheren Tiere ein bestimmtes Alter erreichen müssen, bevor sie sich fortpflanzen können, und wir wissen, daß die eine Rasse früher reif ist als die andere. So kann die Frau auf unserer Breite sich erst im 14. Lebensjahre fortpflanzen, während die javanische Frau bereits im 11. Jahre dazu imstande ist.

Im Grunde sind es wohl ähnliche Tatsachen, welche den Menschen verführten in der ganzen Entwicklung eines Lebewesens einen kontinuierlichen Prozeß zu erblicken, dessen verschiedene Phasen in einer bestimmten Reihenfolge stattfinden müssen.

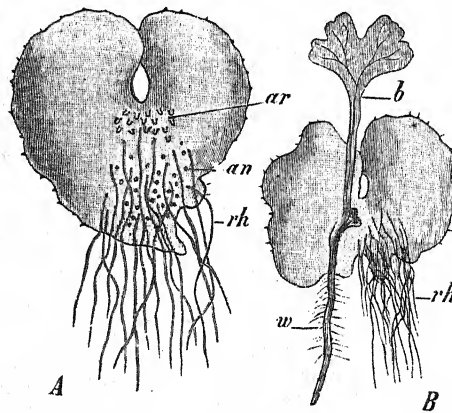


Fig. 17. *Aspidium filix mas* (nach SCHENCK). A Prothallium, von der Unterseite mit Archegonien *ar*, Antheridien *an*, Wurzelhaaren *rh*. B Prothallium mit jungem aus einer befruchteten Eizelle entstandenen Farnpflänzchen, *b* erstes Blatt, *w* Wurzel desselben. Vergr. ca. 8mal.

Diese Auffassung wird z. B. von REINKE (1901) vertreten wie aus folgendem Passus hervorgeht:

Über Entwicklung, Epigenesis, redend, sagt er:

„Sie besteht in einer Folge oder Kette von Erscheinungen, die wir uns unter dem Bilde von Auslösungen vielleicht am besten vorstellen. Die Entstehung jeder Phase wird durch die nächst vorhergehende ausgelöst. Die Epigenesis wirkt progressiv, eine Entwicklungsstufe bringt die andere hervor. Sie wirkt kontinuierlich; keine Stufe, kein Entwicklungselement kann übersprungen werden. Jedes Entwicklungsdifferential ist die Bedingung des nächsten, mit maschinenartiger Sicherheit und unerläßlicher Notwendigkeit folgt eine Phase aus der anderen, bis die erblich überkommene Form vollendet ist.“

Wie schön sie auch klingt, so ist diese Auffassung aber doch unrichtig. Im Gegenteil können nicht nur geringe sondern sogar sehr

große Stadien in der Entwicklung einer Pflanze übersprungen werden. Ich brauche nur an die bekannten Untersuchungen von LANG zu erinnern.

Bekanntlich entwickelt sich aus einer keimenden Farnspore nicht direkt eine Farnpflanze, sondern ein ganz kleines blattähnliches Pflänzchen, das mit der Farnpflanze nicht die geringste Ähnlichkeit hat und den Namen Prothallium führt¹⁾. Auf diesem Prothallium entwickeln sich weibliche und männliche Geschlechtsorgane²⁾, die Archegonien und Antheridien. Im Archegonium bildet sich ein Ei aus, in den Antheridien zahllose Spermatozoen. Wenn diese Geschlechtsorgane geöffnet sind, kann, da sie nahe zusammenstehen, durch einen Wassertropfen leicht ein Wasserweg zwischen beiden Organen gebildet werden, wodurch ein Spermatozoon mit einem Ei verschmolzen wird. Dieses Verschmelzungsprodukt, die Zygote keimt nun und wächst zur Farnpflanze aus.

An der Unterseite der Farnblätter entwickeln sich später braune Häufchen, die sogenannten Sporangiensori³⁾. Ein Sporangium ist ein Säckchen, das Sporen enthält. Diese Sporen keimen zu Prothallien aus usw.

Fig. 18.

Fig. 19.

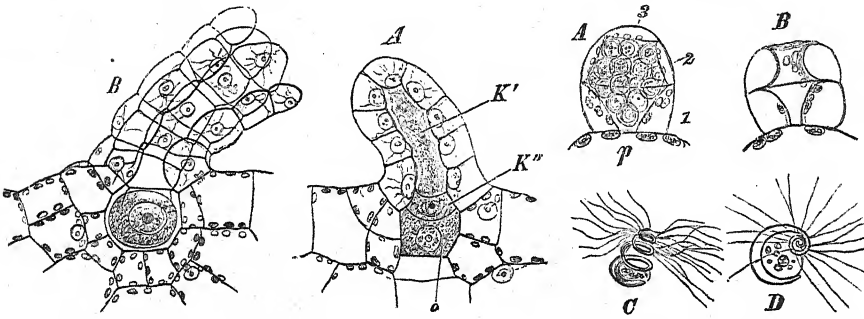


Fig. 18. *Polypodium vulgare* (nach SCHENCK). A Unreifes Archegonium, o Ei. B Reifes Archegonium. Vergr. 240mal.

Fig. 19. *Polypodium vulgare* (nach SCHENCK). A Reifes, B entleertes Antheridium, C ein Spermatozoid in Bewegung, D ein mit Jodlösung fixiertes. Vergr. A und B 240mal, C und D 540mal.

Der normale Entwicklungsgang einer Farnpflanze ist demnach:

Spore — Prothallium — Ei + Spermatozoon = Zygote — Farnpflanze.

Nun gelang es LANG bei *Osmunda regalis* u. A. durch bestimmte Kulturbedingungen das ganze Farnpflanzenstadium, also den weitaus massenhaftesten Teil des Entwicklungszyklus überspringen zu lassen indem er Sporen auf den Prothallien erzeugte⁴⁾.

Die Entwicklung war also wie folgt abgekürzt:

Spore — Prothallium — Spore

also auch die Bildung der Geschlechtsorgane wurde außerdem noch übersprungen. Wie also REINKE sagen kann: „mit unerläßlicher Notwendigkeit folgt eine Phase (der Entwicklung) aus der andern“, ist mir nicht klar.

Es würde dies nur zutreffen, wenn bei der Entwicklung aller Individuen die äußeren Bedingungen genau dieselben wären.

1) Fig. 17, p. 48.

2) Fig. 18 und 19.

3) Fig. 20, p. 50.

4) Fig. 21, p. 51, Fig. 22, p. 52.

KLEBS (1896) hatte schon lange bevor REINKE dies schrieb, zahlreiche und höchst wichtige Untersuchungen über die äußeren Bedingungen der Fortpflanzung bei Algen und Pilzen gemacht.

Folgendes Beispiel mag die Art des Problems verdeutlichen: Bei einem einfachen Pilze sehen wir ein fadenförmiges Mycelium, das an der Spitze wächst und sich verzweigt. Plötzlich entstehen an einem solchen Mycelium Organe von ganz abweichender Gestalt: die Fortpflanzungsorgane.

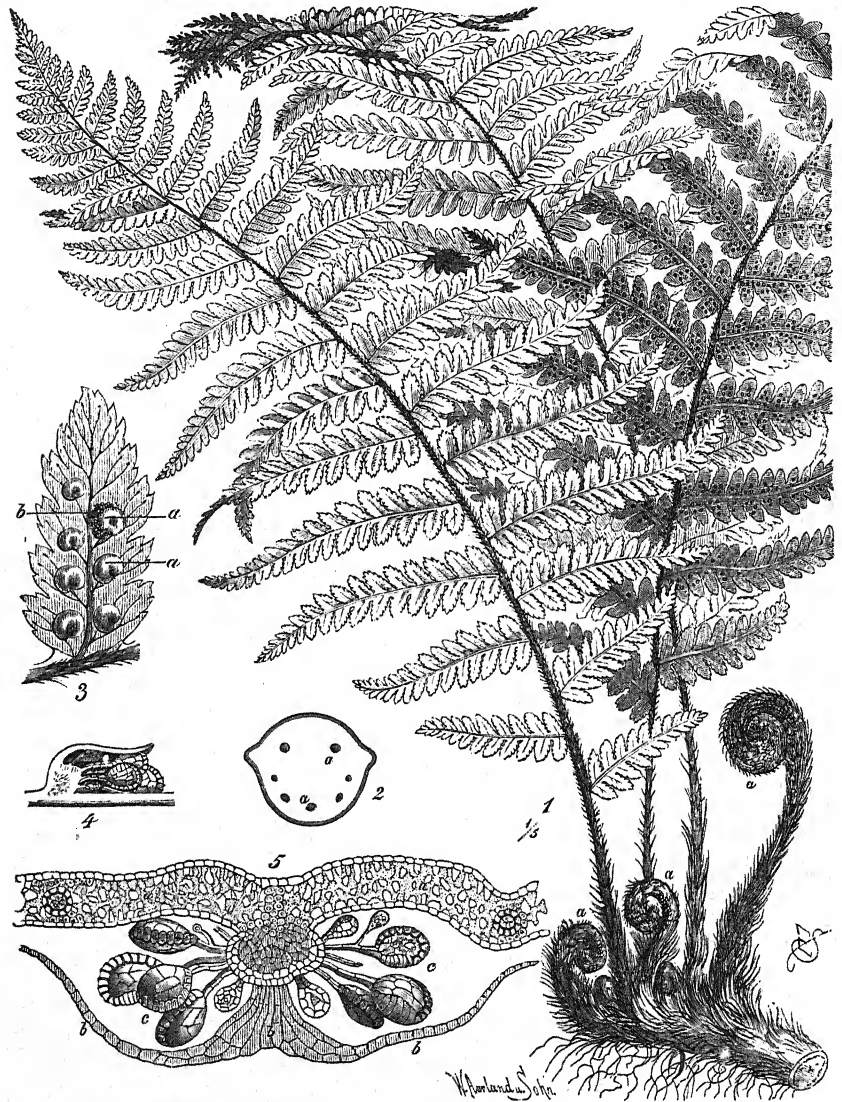


Fig. 20. *Aspidium filix mas.* 1 Habitusbild; 3 Blattfieder mit Sori, *a* Schleier, *b* Sporangien; 4 Sporangienhäufchen im Längsschnitt; 5 dasselbe quer durchschnitten; *c* Sporangien. (Nach WOSSIDLO.)

Es gibt also im Leben dieser Organismen zwei verschiedene Vorgänge: Wachstum und Bildung von Fortpflanzungsorganen. KLEBS konnte nun erstens zeigen, daß diese Vorgänge von verschiedenen äußern Bedingungen abhängen, daß jeder Vorgang sein eigenes Optimum

besitzt und zwar so, daß im allgemeinen, gute Nahrung das Wachstum, Nahrungsstörungen die Fortpflanzung fördern.

Falls dies richtig ist, folgerte KLEBS, muß ich, indem ich dem einen Vorgang die besten Bedingungen verschaffe, den anderen gänzlich unterdrücken können, und in der Tat gelang es ihm in dieser Weise die Fortpflanzung während Hunderte von Generationen absolut zu unterdrücken. Diese Generationen wurden also selbstverständlich mittels Stecklingen erhalten.

Diese Versuche zeigen also, daß äußere Umstände den Zeitpunkt der Fortpflanzung, ja sogar das Auftreten der Fortpflanzung überhaupt bedingen.

Es gelang KLEBS in dieser Weise eine *Saprolegnia* sechs Jahre lang ununterbrochen wachsen zu lassen, ohne Bildung eines einzigen Fortpflanzungsorgans, dennoch konnte er an jedem beliebigen Tage dieses langen Zeitraumes, durch Änderung der äußeren Umstände, Stückchen jenes Pilzes zwingen, Fortpflanzungsorgane zu bilden.

Dies gilt nicht nur für Pilze, sondern auch für grüne Pflanzen, wie KLEBS an *Vaucheria* zeigte, welche er ebenfalls nach Belieben steril oder fertil kultivieren konnte.

Ja sogar bei einer höheren Pflanze, bei *Glechoma hederacea*, gelang es ihm deren Kultur dermaßen in seine Gewalt zu bekommen, daß er sie nach Belieben steril oder fertil kultivieren konnte.

Wir sehen also, daß die ganze Ontogenese von äußeren Reizen abhängt. Während bis jetzt nur von der gänzlichen Unterdrückung der Fortpflanzungsorgane die Rede war, will ich Sie jetzt bekannt machen mit experimentellen Änderungen des Entwicklungsganges.

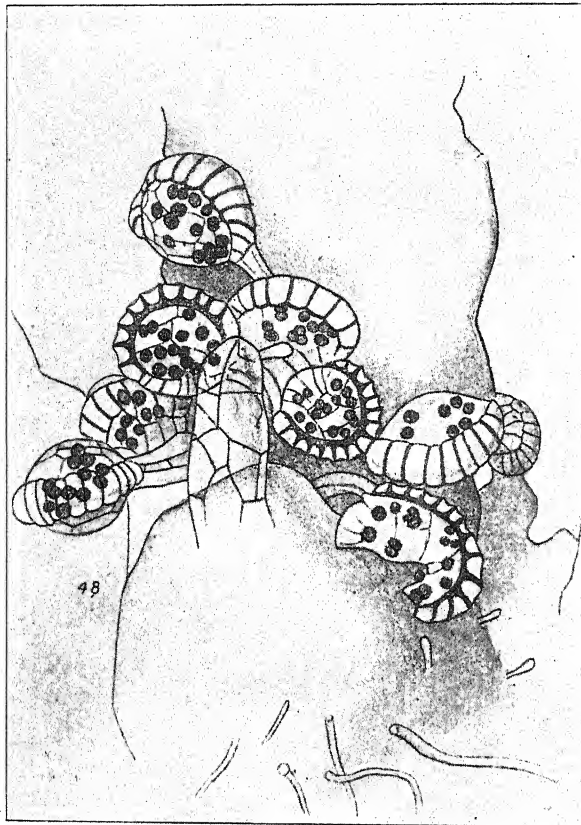


Fig. 21. *Nephrodium dilatatum* (nach LANG). Sporangien auf einem Prothalliumfortsatz.

Bei einer Saprolegnia, welche sich aus einer auf einer Fliege gelandeten Zoospore entwickelt, bildet sich zunächst ein Mycelium innerhalb der Fliege, nachher wachsen Myceliumzweige nach auswärts, und bilden Zoosporangia, während erst nach Verlauf dieses Prozesses Gametangia gebildet werden, während schließlich der Rest des Plasmas sich zu Gemmen zusammenballt.

In diesem Zyklus würde man leicht eine unveränderliche Ontogenese erblicken, was jedoch gänzlich unrichtig ist; man hat es im Gegenteil in seiner Macht die Reihenfolge nach Belieben zu ändern.

KLEBS zeigte, daß man folgendes erzielen kann:

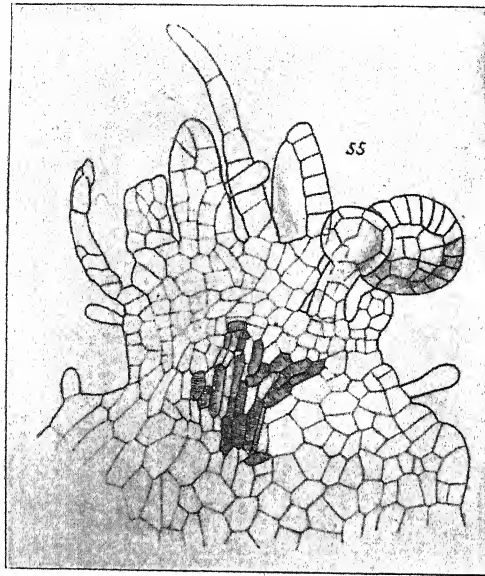


Fig. 22. *Nephrodium dilatatum* (nach LANG). Längsschnitt durch den sporangientragenden Fortsatz des Prothalliums. Tracheide sind vorhanden.

1. Ununterbrochenes lebendiges Wachstum: in allen guten Nährlösungen, solange frische, unveränderte Nahrung anwesend ist.

2. Gänzliche und vollständige Umbildung des Mycels in Zoosporangia: indem man das gut genährte Mycelium in reines Wasser bringt.

3. Wachstum und Zoosporenbildung: durch Kultur des Myceliums in Agaralbumine, welche sich in strömendem Wasser befindet.

4. Zunächst Wachstum, dann lebhaftes Gametangienbildung: in Lösungen von Leucin (0,1 proz.) oder Häoglobin (0,05—0,1 proz.).

5. Wachstum, nachher Sporangienbildung und schließlich Gametangienbildung: entweder bei Kultur auf toten Insekten oder indem man auf Gelatine-Fleischextrakt kultiviertes Mycelium in Wasser bringt.

6. Wachstum und gleichzeitige Zoosporangien- und Gametangienbildung: in Wasser mit ein wenig Fibrin oder Syntonin.

7. Wachstum, dann Gametangia und schließlich Zoosporangia (die Umkehrung des normalen Naturvorganges also) indem man das kräftig genährte Mycelium in 0,01 proz. Häoglobin bringt.

Durch Änderung der Bedingungen, an der Hand obenstehender Tabelle, kann man also genau jenen Rhythmus in der Abwechslung von

Wachstum, Sporangien- oder Gametangiumbildung erzeugen, welche man will.

Was bleibt also übrig von REINKES Behauptung: „Keine Stufe, kein Entwicklungselement kann übersprungen werden?“

Wir wissen jetzt auch weshalb in der Natur die Saprolegnia erst Mycelium bildet, dann Zoosporen und zuletzt Gametangia.

Die auf der Fliege gelandete Zoospore findet in derselben Nahrung in welcher sich das Mycelium vegetativ entwickelt; zu gleicher Zeit diffundiert Nahrung in das umgebende Wasser und kann sich also auch dort Mycelium bilden; die Diffusion findet konzentrisch statt, wodurch die kreisförmige Ausbildung des Myceliums um die Fliege herum bedingt wird. Schließlich wird die Lösung in einiger Entfernung von der Fliege zu dünn, die Myceliumspitzen kommen in reines Wasser, und dieser Reiz löst die Zoosporangienbildung aus. Man hat es in der Tat — wie KLEBS zeigte — in seiner Gewalt lange oder kurze Myceliumfäden auf der Fliege zu züchten, indem man das Wasser sehr ruhig hält (breiter Diffusionsstrom) oder in Bewegung setzt (schmalere Diffusionsstrom).

Fassen wir nun sämtliche erhaltene Resultate zusammen, so finden wir:

1. daß die Form welche man an einem bestimmten Individuum beobachtet die Folge ist der äußeren Bedingungen, welche auf dieses Individuum während seiner Entwicklung eingewirkt haben; diese Form ist also eine Zwangsform.

Die Form ist demnach kein unveränderliches Merkmal der Art wozu eine Pflanze gehört.

Die Pflanze ist plastisch in bezug auf äußere Umstände.

Artmerkmale sind keine unveränderlichen Sachen, im Gegenteil sind die Merkmale einer Pflanze von äußeren Umständen abhängig.

Oder mit anderen Worten:

Man kann eine Pflanzenart nur dann wieder erkennen, wenn die morphogenen Reize, welche während ihrer Entwicklung eingewirkt haben, dieselben sind, an welche wir gewöhnt sind, also jene Reize welche in unserer Welt vorkommen.

Wäre es möglich, Samen einer Pflanze sowohl hier wie auf Mars auszusäen, so würden wir wahrscheinlich die auf Mars ausgesäten Pflanzen nicht wiedererkennen und also als eine andere Art betrachten.

Den besten Beweis dafür liefern MASSARTS Pflanzen mit asymmetrischen Blättern in unserer Welt, mit symmetrischen in einer Welt, wo keine Schwerkraft herrscht (auf dem Klino-staten).

Die Idee, als wäre die Art „an und für sich“ etwas Konstantes, ist demnach unrichtig, höchstens könnte man sagen, daß Artmerkmale unter den normal herrschenden Bedingungen ziemlich konstant sind.

2. Ein Individuum ist keine Einheit, seine Eigenschaften sind mehr oder weniger von einander unabhängig; für die Entwicklung einer jeden Eigenschaft besteht ein Optimum.

Auf diese Tatsache kommen wir bei der Behandlung der Bastardierung zurück.

Wir dürfen also als bewiesen annehmen, daß die äußeren Umstände (in bezug auf die spezifische Struktur) morphogen wirken, die Form bestimmen; es ist also eine äußerst interessante Frage wie der Organismus diese von der Außenwelt ausgehenden morphogenen Reize perzipiert. Dies würde uns aber zu weit führen, wer sich für die Frage interessiert, lese NOLLS Artikel im Biol. Zentralbl., Bd. XXIII.

Ich muß mit besonderem Nachdruck betonen, daß unsere Auseinandersetzungen über die Abhängigkeit der Form eines bestimmten Individuums von den auf dasselbe einwirkenden Reizen der Außenwelt, keine Theorie sondern beobachtete Tatsachen sind, und daß wir es bei unseren Beobachtungen völlig außer acht gelassen haben, ob damit etwas Nützliches, etwas Schädliches oder etwas Indifferentes entstand.

Daß, man davon ausgehend, leicht in sehr wichtige theoretische aktuelle Streitfragen gerät, ist klar und es scheint mir nützlich diese hier zu behandeln.

Sofort erheben sich theoretische Fragen, wenn wir untersuchen ob die beobachteten Formänderungen nützlich sind oder nicht und leicht führt diese Frage uns in das große Gebiet der Anpassungen.

Wenn ich sehe, daß eine Pflanze in trockener Luft eine dickere Epidermis bildet und weiß, daß die dickere Epidermis ein Schutz gegen zu starke Transpiration liefert, liegt es auf der Hand hier von einer Anpassung an ein trockenes Klima zu reden.

Wenn ich weiter beobachte, daß viele Wüstenpflanzen derartige dicke Epidermides zeigen, neben einer Reihe sonstiger Eigenschaften, welche starke Transpiration verhindern, kommt man leicht zur Vermutung, daß solche Anpassungen ursprünglich als direkte Einwirkung der Umgebung entstanden und erblich geworden sind und zwar in so hohem Grade, daß z. B. die Kugelform eines Kaktus konstant bleibt, auch wenn die Pflanze in feuchter Umgebung ausgesät wird.

In dieser Weise gelangen wir zur Theorie der direkten Anpassung.

Fünfte Vorlesung.

Theorie der direkten Anpassung.

PLATES Klassifikation der organischen Zweckmäßigkeit, p. 55. Aktive und passive Anpassungen, p. 57. Entstehen zweckmäßige Anpassungen notwendigerweise durch zweckmäßiges Respondieren auf Veränderungen verursachende Reize?, p. 59. Lamarckisten und Darwinisten, p. 60. Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck, p. 62. SPENCERS „direct Equilibration“, p. 64. NÄGELIS direkte Bewirkung, p. 69. Biaiomorphose, Biaiometamorphose und direkte Anpassung, p. 72. Das experimentell nachgewiesene Vorkommen von Biaiometamorphosen darf bei der Aufstellung von Evolutionstheorien benutzt werden, p. 74.

welche ich jetzt mit Ihnen behandeln möchte. Dazu ist wohl in erster Linie nötig festzustellen was wir eigentlich unter dem Worte Anpassung oder Adaptation verstehen und das ist nicht so leicht wie es scheinen mag.

Wir müssen dabei zunächst unterscheiden zwischen „angepaßt sein“ und dem Anpassungsvermögen, dem „sich anpassen“.

Alle Zustände des „Angepaßtseins“ nennt DETTO (1904) Ökologen und versteht darunter all diejenigen Einrichtungen, welche infolge ihrer Struktur, ihrer chemischen oder motorischen Funktion, zweckmäßig sich erzeugen; ich ziehe es vor das Wort Anpassung zu benutzen, jedoch nur in dem Sinne von „angepaßt sein“ nie in dem von „sich anpassen“.

Alle zweckmäßigen Eigenschaften der Organismen sind demnach Anpassungen und wir müssen also in erster Linie diese organische Zweckmäßigkeit etwas näher betrachten.

An der Hand PLATES (1903) unterscheiden wir sechs Gruppen:

PLATES Klassifikation der organischen Zweckmäßigkeit

1. Einheit der Organisation. Jedes Wesen, erfreut sich einer bestimmten Gruppierung der dasselbe zusammensetzenden Teile, welche harmonisch zusammenwirken um das Leben zu erhalten und zusammen eine physiologische Einheit bilden.

Alle Organe stehen miteinander in Verbindung, zwischen ihnen herrscht eine zweckmäßige Korrelation. So ist z. B. bei einer höheren Pflanze das Wurzelsystem nicht stärker entwickelt als für das betreffende Individuum notwendig ist, so besteht bei einem Baum Zusammenhang zwischen Stammdicke und Zweiggewicht etc. So wenig wie möglich hindern die verschiedenen Organe einander, die Blätter eines Baumes arrangieren sich so, daß das Ganze einen Lichtfilter bildet, der eine möglichst große Lichtquantität absorbiert um als Energiequelle bei der Photosynthese zu dienen.

Um dazu zu gelangen, wird die Entwicklung einer Anzahl in der Anlage vorhandener Blätter unterdrückt. Man sieht dies leicht, wenn man einen Baum seiner Blätter entblößt; Knospen, welche sonst nicht zur Entwicklung gelangt wären, treiben dann aus.

2. Struktur und innere Zweckmäßigkeit. Jedes Organ besitzt einen besonderen Bau, welcher es zu bestimmten Funktionen geeignet macht. So z. B. die Verteilung mechanischer Elemente wie das Sklerenchym über den ganzen Pflanzenkörper, wodurch dieser Festigkeit mit möglichst geringem Stoffaufwand erhält; die Spiral- und Netzverdickungen der Gefäße, welche eine Zusammendrückung derselben seitens der umliegenden Gewebeschichten verhindern, der komplizierte Mechanismus der Karyokinese, welche eine bestimmte Qualitätsverteilung ermöglicht usw.

3. Äußere Zweckmäßigkeit. Jeder Organismus tritt mittels zweckmäßiger Einrichtungen in Relation zu bestimmten Bedingungen der Außenwelt. Es ist, in bezug auf seine Entwicklung, Nahrung oder Fortpflanzung auf eine bestimmte Summe von Daseinsbedingungen zugeschnitten und stirbt oder gedeiht nur kümmerlich, wenn diese sich plötzlich in hohem Grade verändern.

Es genügt auf die Verschiedenheiten zwischen Wasserpflanzen, Wüstenpflanzen, Epiphyten und ähnlichen Pflanzengemeinschaften hinzuweisen um dies klar zu machen.

Prägnante Beispiele von einer speziellen Lebensweise mit entsprechenden Anpassungen liefern *Cuscuta* und *Cassytha*, beide Parasiten, die eine eine Convolvulacee, die andere eine Laurinee, welche durch die Übereinstimmung ihrer Lebensweisen einander täuschend ähnlich sehen.

Die äußere Zweckmäßigkeit macht sich gerade so gut fühlbar in einzelnen Organen wie im ganzen Körperbau.

Frei aufstrebende Pflanzen sind meistens radiär gebaut, während Kletterpflanzen meist dorsiventral und bilateral symmetrisch sind. Wurzeln von Erdorchideen sind rund, Wurzeln von epiphytischen Orchideen meist abgeflacht, während *Phalenopsis amabilis* sogar imstande ist, eine Wurzel, je nachdem sie in Erde oder Moos verläuft, oder auf einen Zweig kriecht radial oder bilateral symmetrisch auszubilden.

4. Reflektive Zweckmäßigkeit. Jedes Lebewesen verfügt über eine gewisse Summe zweckmäßiger Reflexe. Beispiele solcher

zweckmäßigen Reflexe sind z. B. die Veränderung der Lichtstellung von Chlorophyllkörnern, abhängig von der Intensität der Beleuchtung, das Insektengreifen von einem Drosera- oder Dionaea-Blatt, das Greifen einer Stütze von einer Ranke und der nachfolgende Wachstumsvorgang, wodurch die Ranke verkürzt wird.

5. Sanative Zweckmäßigkeit.

Jeder Organismus ist imstande schädlichen Einflüssen, von nicht zu heftiger Intensität, zu widerstehen. So z. B.

das Sich-Einkapseln vieler Volvocineen und anderer Algen während Hunger- oder Dürrezustände. Hierzu gehören auch Regenerationerscheinungen wie die Blätter von *Cyclamen* sie zeigen, wo ein Blatt dessen Lamina entfernt wurde (WINKLER 1902) diese neu bildet; meistens aber wird bei Pflanzen ein verlorener Teil nicht regeneriert

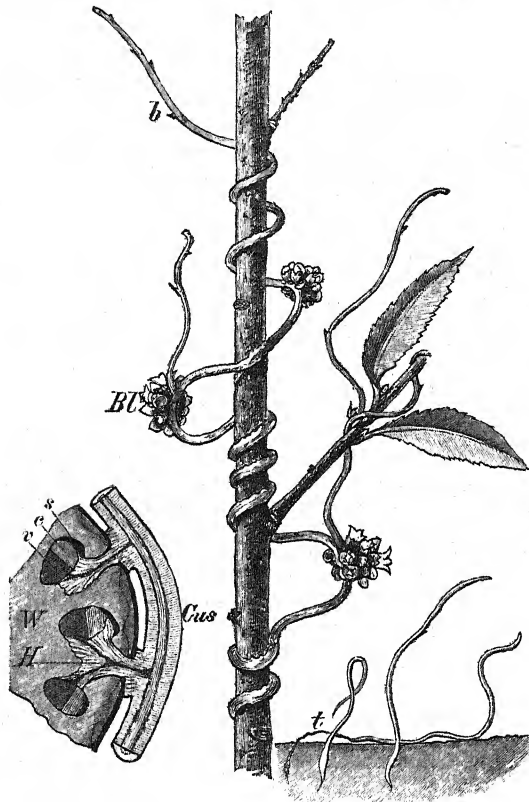


Fig. 23. *Cuscuta europaea* L., eine parasitische Convolvulacee (nach NOLL). In der Mitte ein Weidenzweig von dem Parasiten umwunden. An den warzenförmigen Anschwellungen des Cuscutastengels treten wie bei *Cassytha*, Saugwürzelchen in die Nährpflanze ein. Links: Verbindung des Schmarotzers mit der Nährpflanze. Rechts keimende Cuscuten.

sondern durch einen anderen ersetzt, welcher sich sonst nicht entwickelt haben würde.

Ein weiteres Beispiel liefert die Ausschließung schädlicher Einflüsse, wie z. B. wenn die von *Peronospora* befallene Kartoffelknolle mittels Korkschichten, die erkrankten Teile von den gesunden trennt.

Ein langsames Sich-gewöhnen an schädliche Einflüsse sowie die durch Überstehen der Krankheit erhaltene Immunität gehören ebenfalls zu dieser Rubrik; vom ersteren liefern die Versuche MARSHALL WARDS

mit *Bromus Uredineen*, auf welche wir später zurückkommen, ein Beispiel, von letzteren kenne ich im Pflanzenreich keine Beispiele.

6. Funktionelle Zweckmäßigkeit. Hierzu rechnen wir mit Roux das Vermögen der meisten aktiven Organe durch den Reiz ihrer spezifischen Funktion, also durch Gebrauch und Übung sich zu stärken, durch das Fehlen eines solchen Reizes (Nichtgebrauch) abgeschwächt zu werden. Im Tierreich liegen Beispiele davon: Muskeln und Drüsen auf der Hand; im Pflanzenreich kenne ich keine. Aber auch im Tierreich ist es keineswegs eine allgemeine Eigenschaft: Augen- und Gehörapparate werden durch Gebrauch nicht merklich besser, das Bessersehen-lernen und Besser-hören-lernen beruht auf einer Vervollkommnung der Nerven, welche die Leitung der erhaltenen Eindrücke nach den zerebralen Zentra übernehmen, nicht auf einer Verbesserung der Apparate selber.

Fig. 24.

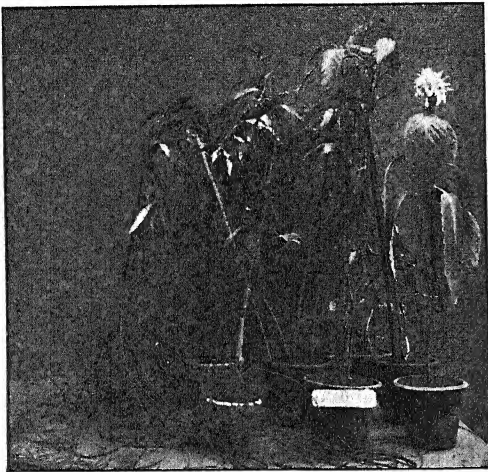


Fig. 25.

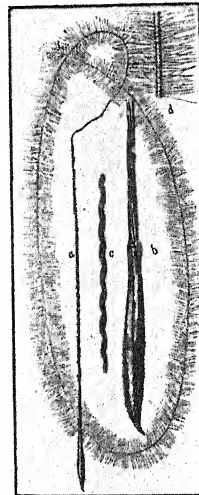


Fig. 24. *Cassytha filiformis* L., eine parasitische Laurinee. Verkleinert nach einer Photographie des im botanischen Garten zu Leiden kultivierten Exemplares.

Fig. 25. *Stipa pinnata* L. (nach NOBBE). a Frucht mit Granne, nat. Größe; b desgl. vergrößert; c ein Stück der tordierten Granne (unterer Teil), vergr.; d fiedriger Teil der Granne, vergr.

Zu jeder dieser Kategorien nun gehören zahllose spezielle Fälle, welche sich von Art zu Art und bei derselben Art oft von Stadium zu Stadium in Form und Wirkungsweise verändern.

Wir nennen sie, wie bereits bemerkt, Anpassungen und können also von organisatorischen, inneren, äußeren, reflektiven, sanativen und funktionellen Anpassungen reden.

Diese Gruppen sind aber nicht scharf voneinander zu trennen, die funktionelle Anpassung wirkt z. B. öfters sanativ, indem durch die erhöhte Wirksamkeit eines Gewebes ein Organfehler kompensiert wird.

Von großer Wichtigkeit bei Tieren, von geringerer bei Pflanzen, ist es zu unterscheiden zwischen aktiven und passiven Anpassungen.

Aktive Anpassungen nennen wir solche, welche wir bei aktiven Organen antreffen und also fortwährend oder wenigstens sehr oft aktiv

gebraucht werden, so daß man annehmen kann, daß bei ihnen die Form eine Folge der Funktion ist oder wenigstens im engen Zusammenhang mit der Funktion entstanden ist.

Hierzu gehören alle funktionellen Anpassungen: das Skelett der Tiere und zumal die verschiedenen Formen von Extremitäten und Artikulationen, Backentaschen, die Schwielen an den Füßen und Krallen der Säugetiere, Muskelmagen von Krokodilen und Vögeln.

Passive Anpassungen hingegen sind solche welche nur durch ihre Gegenwart nützlich sind, aber weder durch Gebrauch und Übung entstanden, noch dadurch verbessert sein können.

Bei ihnen ist es also völlig ausgeschlossen die Funktion als das Primäre, die Form des Organs als das Sekundäre zu betrachten. Das beste Beispiel liefert vielleicht die Zweckmäßigkeit mit welcher Stipagrannen den mit ihnen verbundenen Samen in den Boden hineinbohren.

Diese nützliche Eigenschaft: die Torsion bei feuchter Atmosphäre, die Entwicklung bei trockner Atmosphäre, erhält die Stipagranne erst nach ihrem Tode und nach Trennung von der Pflanze auf welcher sie entstand.

Offenbar ist es also unmöglich, daß diese Eigenschaft durch Gebrauch und Übung entstanden oder verbessert ist, denn sie tritt erst nach dem Tode des Organs auf.

Diese passiven Anpassungen sind äußerst mannigfach, wie aus den folgenden Beispielen hervorgehen mag.

Der Besitz einer mit der Umgebung übereinstimmenden Schutzfarbe, der Umstand daß ein harmloses Insekt einem gut bewaffneten gleicht und so seinen Feinden einen gänzlich grundlosen Schrecken einflößt.

Dies ist für das betreffende Insekt ein glücklicher Zufall, wozu es selber nichts beigetragen hat, oder auch nur hat beitragen können.

Weitaus die meisten derartigen Fälle von Mimikry sind rein passive. Auf Java habe ich aber einmal einen Fall beobachtet, an welchem das Tier in gewissem Sinne aktiv beteiligt war.

Es lebt dort — ich weiß nicht ob der Fall in der Literatur bekannt ist — auf Cinchonastämmen eine kleine Raupe, welche sich mit einer Hülle von Lichenensoredien umgibt, und dann in so hohem Grade jenen Lichenen gleicht, daß man nur aus nächster Nähe das Tier entdecken kann, und es nie finden wird, wenn es sich nicht bewegt.

Zu meinem Bedauern habe ich nicht beobachten können ob die Bekleidung mit Soredien ebenfalls der reinste Zufall ist, verursacht durch unbewußtes Herumkriechen zwischen denselben, oder ob sie instinktiv absichtlich von der Raupe verfertigt wird.

Eine andere gänzlich passive Anpassung ist Parthenogenesis; sie kann schwerlich die Folge eines Versuches seitens der Pflanze sein und ist dennoch, z. B. im Urwalde, wo eine männliche Pflanze öfters Stunden von der nächsten weiblichen entfernt ist, äußerst nützlich.

Die Schutzmittel der Pflanzen gegen Tiere wie: Dornen, Stacheln, Bürsten, Brandhaare, Kieselpanzer der Diatomeen, dicke Cuticula, Kalkoxalatkristalle, Bitterstoffe, ätherische Öle, Giftstoffe.

Die zahllosen Verbreitungsmittel der Pflanzen wie: geflügelte Samen, Haare und Haken an Früchten usw. sind ebenfalls passive Anpassungen.

Gleichfalls die Anpassungen zwischen Blumen und Insekten, wodurch Kreuzbestäubung gesichert wird.

Es sind eben diese Anpassungen, welche der Erklärung bedürfen und welche im engsten Zusammenhang mit der ganzen Evolutionsfrage stehen, denn gerade jene Merkmale, welche wir zur Definierung der Art verwenden, sind öfters solche Anpassungen; das Entstehen der Arten steht also in engem Zusammenhang mit der Entstehung der Anpassungen.

Daß Anpassungen entstehen können, nicht von Anfang an anwesend zu sein brauchen, folgt aus der Beobachtung, daß, wie wir sahen, jedes Individuum von der Umgebung beeinflusst wird. Ist die dadurch hervorgebrachte Veränderung schädlich oder indifferent, so sprechen wir nicht von einer Anpassung, wohl aber wenn sie nützlich ist.

So ist z. B. von den genannten Veränderungen, die in trockener Luft experimentell hervorgerufene dicke Cuticula zweckmäßig, ebenso die Bildung von Luftwurzeln an der Schattenseite des Efeuzweiges, auch die Haftscheibenbildung an den Ranken von *Ampelopsis* durch Kontakt.

Aber, um uns auf letzteren Punkt zu beschränken: derselbe Reiz, Kontakt, kann das eine Mal einen gänzlich nutzlosen Effekt haben, z. B. wenn an einer auf einem Haarsiebe im Wasser schwimmenden *Riccia* Haarwurzeln entstehen, welche bei einer schwimmenden Pflanze ganz indifferent sind, das andere Mal einen sehr nützlichen Effekt haben, wenn durch Kontakt mit dem Boden an dem Rand der Wasseroberfläche solche Wurzelhaare entstehen, denn in diesem Falle wird der Pflanze eine ganz neue Nahrungsquelle erschlossen.

Es folgt also keineswegs aus der Zweckmäßigkeit einer Anpassung, daß diese durch zweckmäßiges Respondieren auf einen Veränderung verursachenden Reiz entstanden ist.

Die Eigenschaft kann erworben sein durch eine Formveränderung, welche mit irgend einem Nutzen ursprünglich gar nichts zu schaffen hatte.

Man könnte dagegen bemerken, daß die überwiegend größte Zahl der Eigenschaften der Organismen nützlich ist und also die meisten Eigenschaften wohl das Resultat eines nützlichen Respondierens auf Veränderung verursachende Reize sein müssen.

Aber man vergißt dann, daß im Kampf ums Dasein die schädlichen und bei intensivem Kampfe sogar die indifferenten Eigenschaften ausgerottet sein können, wodurch der Prozentsatz nützlicher Eigenschaften sich sehr steigern muß.

Der Kampf ums Dasein kann zweierlei Natur sein: Kampf zwischen den Individuen der gleichen Art, und Kampf zwischen den Arten untereinander; das sind aber Sachen, welche wir erst später behandeln werden, für den Augenblick beschäftigen wir uns nur mit den Veränderungsmöglichkeiten des Individuums, so daß unsere Frage lautet:

Respondiert das Individuum mittels zweckmäßiger Veränderung auf Veränderungen verursachende Reize?

Diese Frage führt uns mitten in den Streit zwischen zwei wichtigen Auffassungen, denn die Theorien, welche bis jetzt zur Erklärung des Auftretens neuer Formen, der Artbildung also, aufgestellt wurden, können in zwei Kategorien untergebracht werden: die eine Lehre schreibt dem Organismus das Vermögen zu, direkt jene Veränderungen zu erleiden, welche unter den herrschenden Umständen zweckmäßig sind; die andere führt die neuen Eigentümlichkeiten des Organismus auf zufällige Veränderungen zurück, und die zweckmäßigen neuen Errungenschaften auf die Wirkung einer Zuchtwahl, welche das Nützliche fördert oder wenigstens das Nichtnützliche ausrottet.

Theorien ersterer Art nennen wir ihrem Begründer zu Ehren lamarckistische, diejenigen letzterer Art werden darwinistische genannt.

Bei den darwinistischen ist zu entscheiden zwischen den Fragen, ob die Zuchtwahl das Passende direkt, aktiv fördert und in dieser Weise vervollkommenet, oder das Passende nur passiv fördert, indem es das Nichtpassende ausrottet. Zumal WALLACE ist ein Anhänger der ersteren Auffassung.

Zu den wichtigsten Ausarbeitungen des Lamarckismus gehören die Theorien von SPENCER (1864, *Principles of Biology*), EIMER (1888 bis 1901), NÄGELI (1884) und KASSOWITZ (1899); die wichtigsten Theorien auf darwinistischem Boden sind die der Zoologen KÖLLIKER (1872), ROUX (1881), WEISMANN (1892, 1904) und die der Botaniker KERNER (1891), KORSCHINSKY (1901) und HUGO DE VRIES (1901).

Diese Lehren, werden wir erst genießen können wenn wir außer dem Individuum auch dessen Brüder und Schwestern, seine Nachkommen etc. betrachtet haben werden; daß ich sie hier erwähnte war nur um die Wichtigkeit der Frage:

Kann das Individuum mittels zweckmäßiger Veränderung auf einen Veränderung verursachenden Reiz respondieren? zu betonen.

Erst wenn diese Möglichkeit feststeht, kann man daran denken sie für eine Abstammungslehre zu verwerten. Dafür ist dann weiter nötig daß eine so erworbene Eigenschaft erblich sei, doch davon später.

Die supponierte Möglichkeit wird von verschiedenen Autoren mit verschiedenen Namen bezeichnet. Meistens wohl redet man von direkter Anpassung, SPENCER nennt es: *direct equilibration*, WARMING: Selbstregulierung, NÄGELIS Ausdruck: Artbildung durch direkte Bewirkung und WETTSTEINS: Artbildung durch Korrelation schließen sich an.

Alle lamarckistischen Theorien werden wohl dem Begriffe „direkter Anpassung“ subsumiert, aber wie verschieden ist, genau betrachtet, was die Autoren unter „direkter Anpassung“ verstehen und wie inkonsequent wird oft eine einmal gegebene Definition im Laufe der Diskussion verlassen.

Wir wollen also, erstens einmal feststellen was die verschiedenen Autoren unter dem Begriff „direkte Anpassung“ verstehen.

Fangen wir mit LAMARCK an. Dieser stellt folgende, für uns wichtige Thesen auf:

- I. Die (äußeren) Umstände wirken auf Form und Organisation der Tiere ein d. h. sie ändern, wenn sie in hohem Grade von den Bedingungen worunter das Tier ursprünglich lebte abweichen, sowohl die Form als die Organisation durch korrespondierende Modifikationen. Dies soll nicht buchstäblich aufgefaßt werden, denn wie auch die Umstände einwirken mögen, direkt verursachen sie keine Veränderung in der Organisation der Tiere. Aber große Veränderungen in den Umständen verursachen bei den Tieren große Veränderungen in den Bedürfnissen und diese Veränderung in den Bedürfnissen haben, zur notwendigen Folge, ähnliche Veränderungen in den Verrichtungen.
- II. Wir werden sehen . . . daß neue Bedürfnisse, welche die Anwesenheit eines bestimmten Organes nötig machen, dieses Organ wirklich durch eine Reihe von Bestrebungen entstehen lassen.

III. Die wahre Vorgangsreihe besteht daraus, daß erstens jede einigermaßen wichtige und anhaltende Änderung der Umstände, unter welchen eine Tierrasse sich befindet, eine reichliche Veränderung in deren Bedürfnisse hervorbringt, und daß zweitens jede Veränderung in den Bedürfnissen der Tiere andere Vorrichtungen, um diesen Bedürfnissen zu genügen, also andere Gewohnheiten, bedingt; daß drittens jedes neue Bedürfnis, da es neue Vorrichtungen zu seiner Befriedigung braucht, entweder die stärkere Inanspruchnahme eines vorher wenig benutzten Organs erfordert, wodurch dieses entwickelt und bedeutend vergrößert wird, oder den Gebrauch neuer Organe nötig macht, welche neue Organe die Bedürfnisse des Tieres, unmerklich durch Bestrebungen seines inneren Gefühles, entstehen läßt.

So ist, nach LAMARCK, der Körper der Schlangen entstanden durch die fortwährende Bestrebung ihn zu verlängern, durch das Bedürfnis durch enge Öffnungen zu kriechen; ist der Giraffenhals entstanden durch fortwährende Bestrebung immer weiter vom Boden entfernte Laubkronen zur Beäsung zu erreichen. So entstehen indem bei Wutanfällen (welche bei den Männchen öfters als bei den Weibchen vorkommen sollen) durch das innerliche Gefühl die Substanzen nach dem Kopf gedrängt werden, an dieser Stelle Hörner, Geweihe etc. etc.

Aus obenstehenden und ähnlichen Äußerungen LAMARCKS schließt DETTO (1904) p. 64: Das Charakteristische, das Prinzipielle an LAMARCKS Lehre ist demnach die Behauptung, daß der Organismus das Vermögen besitzt, dasjenige zu bilden, was es braucht um existieren zu können, und diese Potenz zu zweckmäßiger Reaktion in Wirkung setzen kann, wenn es nötig ist, wenn also die Lebensbedingungen sich dermaßen verändern, daß neue Anpassungen nötig sind.

Aber ist diese Schlußfolgerung wohl richtig? Ist das wohl das Prinzipielle in LAMARCKS Lehre? Ist es nicht mehr zu betrachten als der Auswuchs einer sehr begreiflichen Bestrebung zu sehr bis ins Detail den Vorgang erklären zu wollen?

Bei der Beurteilung des Prinzipiellen in Theorien großer Männer, müssen wir so äußerst vorsichtig sein, zumal wenn diese Personen gestorben sind und selber ihre Meinungen nicht mehr verteidigen können.

Sehr richtig sagt GOEBEL (1898) von DARWINS Lehre in seinem Vortrage:

„Darüber, was man eigentlich als Darwinismus zu bezeichnen habe, ist schon jetzt, kaum 40 Jahre nach dem Erscheinen von DARWINS erstem Werke, dem über die Entstehung der Arten, ein lebhafter Streit entbrannt. Es ging wie es oft bei der Gründung von Schulen und Sekten gegangen ist: die Schüler sind nicht mehr einig darüber was eigentlich das Wesentliche an des Lehrers Lehre sei und jeder glaubt den wahren Ring zu besitzen.“

Vielleicht meine auch ich ihn zu besitzen und dann weicht meine Auffassung über das Wesentliche von LAMARCKS Lehre, wesentlich von der von DETTO ab.

Zweifelloos hat LAMARCK gemeint, daß den Tieren das eigentümliche Vermögen zukäme auf eine Veränderung verursachenden Reiz zweckmäßig durch eine Reihe von Bestrebungen zu reagieren.

Aber ist das die Quintessenz seiner Lehre? Ist das Bedeutende darin nicht vielmehr die Feststellung der Tatsache, daß Veränderung

in der Umgebung, Veränderungen in den Organismen hervorruft, ganz abgesehen von der Frage ob diese nützlich oder schädlich sind?

Ich würde dieser Auffassung zustimmen. Schon der folgende Satz von LAMARCK (Philos. Zool. ed. Martius 1873) mahnt zu großer Vorsicht.

Auf p. 225 sagt er:

„Dans les végétaux, ou il n'y a point d'actions et, par conséquent, point d'habitudes proprement dites, de grands changements de circonstances n'en amènent pas moins de grandes différences dans les développements de leurs parties; en sorte que ces différences font naître et développer certaines d'entre elles, tandis qu'elles atténuent et font disparaître plusieurs autres. Mais ici tout s'opère par les changements survenus dans la nutrition du végétal, dans ses absorptions et ses transpirations“ etc. etc.

Auf p. 231 sagt er weiter:

„Le fait suivant prouve, à l'égard des plantes, combien le changement de quelque circonstance importante influe pour changer les parties de ces corps vivants.

Tant que le ranunculus aquatilis est enfoncé dans le sein de l'eau, ses feuilles sont toutes finement découpées et ont leurs divisions capillacées mais lorsque les tiges de cette plante atteignent la surface de l'eau, les feuilles qui se développent dans l'air sont élargies, arrondies et simplement lobées. Si quelques pieds de la même plante réussissent à pousser dans un sol humide, sans être inondés, leurs tiges alors sont courtes et aucune de leurs feuilles n'est partagée en découpures capillacées, ce qui donne lieu au ranunculus hederaceus, qui les botanistes regardent comme une espèce lorsqu'ils le reçoivent.“

Ich glaube deswegen nicht daß wir sagen dürfen daß das Nützliche der durch die veränderte Umgebung hervorgebrachten Veränderung das Essentielle der LAMARCKschen Theorie ist.

Ich glaube, daß es gerechter ist, zu sagen:

LAMARCK meinte, daß Veränderungen in der Umgebung, Veränderungen im Organismus verursachen können, Formveränderungen, welche Formänderungen, wenn der Veränderung verursachende Faktor einige Zeit anhält, erblich werden.

Indem er, noch nicht bekannt mit dem Einfluß des Kampfes ums Dasein als ausrottendes Agens des Unzweckmäßigen (zumal wenn dies schädlich ist), diesen Gedanken ausarbeitete, stellte er für die Tiere eine Hilfstheorie auf: ihnen erkannte er nämlich das Vermögen zu direkt zweckmäßig auf Veränderung verursachende Reize zu reagieren, und er beschränkte dieses zweckmäßige Reagieren nicht einmal auf nützliche Veränderungen bereits existierender Organe sondern meinte sogar daß es zur Bildung ganz neuer Organe führen könnte.

Dieses letztere, die Bildung ganz neuer Organe „to meet an emergency“ wie unsere englischen Nachbarn sagen würden, ist der einzige Teil der LAMARCKschen Theorie, den man ridiculisieren könnte, was meines Erachtens viel zu oft geschehen ist.

Wie wenig edel es ist die Meinungen eines so ernsten und hervorragenden Forschers lächerlich zu machen, möge aus einer kurzen Skizze des Lebens dieses großen Arbeiters hervorgehen.

JEAN BAPTISTE PIERRE ANTOINE DE MONET, Chevalier de LAMARCK wurde am 1. August 1744 zu Bazentin in der früheren Pikardie geboren. Er war das elfte Kind von Pierre de Monet, dem

Herrn des Dorfes, der aber nicht seinem Stande gemäß, mit irdischen Gütern gesegnet war. Sein Vater bestimmte ihn für die Kirche und ließ ihn das Collège der Jesuiten in Amiens besuchen. Dies war nicht nach LAMARCKS Geschmack; seine ganze Familie war mit kriegerischem Ruhm bedeckt, so daß es nur natürlich war, daß er sich mehr nach dem Schwert als nach der Kutte sehnte. Sein ältester Bruder fiel in der Bresche bei der Belagerung von Bergen-op-Zoom, zwei andere dienten noch. Sein Vater war aber stark gegen eine militärische Laufbahn; nach dessen Tode erst begab sich LAMARCK auf einem schlechten Gaul zur französischen Armee, welche damals bei Lippstadt in Westfalen kampierte.

Am Tage seiner Ankunft fand eine Schlacht statt, während welcher LAMARCK sich dermaßen auszeichnete, daß er auf der Stelle zum Offizier befördert wurde. Nach Friedensschluß kam LAMARCK in Toulon und Monaco in Garnison. Schon damals fing er an sich für die reiche Flora dieser Gegenden zu interessieren, doch konnte er seine angefangenen Studien nicht fortsetzen da eine notwendige Operation ihn dienstunfähig machte und er mit einer Pension von . . . vierhundert Franken jährlich entlassen wurde. Um das Notwendigste dazu zu verdienen, arbeitete er in einem Bankhause zu Paris, aber sein heißer Drang zur Wissenschaft machte, daß er all seine Mußestunden den Naturwissenschaften widmete. Mit den üblichen botanischen Systemen unzufrieden schrieb er in sechs Monaten seine „Flore française“ mit dichotomem Schlüssel.

Dadurch wurde BUFFON auf ihn aufmerksam und bestimmte ihn zum Mentor seines Sohnes mit dem er eine Reise durch Holland, Deutschland und Ungarn machte.

Nach Paris zurückgekehrt wurde er Mitarbeiter an der Encyclopédie méthodique. Für diese schrieb er vier Bände, welche sämtliche bekannte Pflanzen von A bis P umfaßten, später verfaßte er für dasselbe Sammelwerk die „Illustration des genres“, in welcher er 2000 Genera diagnostizierte und auf 900 Tafeln abbildete.

Trotz dieser großen Arbeitskraft blieb seine Stellung im Leben sehr prekär, er lebte von seiner Feder und man versuchte sogar ihm die bescheidene Stelle eines Konservators am Königlichen Herbar abhanden zu machen. So kämpfte er mehr als 15 Jahre gegen die Unbilden des Lebens.

Ein glücklicher Zufall kam ihm jetzt zu Hülfe. Das „Musée d'histoire naturelle“ wurde gegründet; für alle Lehrkanzeln fanden sich Professoren mit Ausnahme der zoologischen.

ETIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 21 Jahre alt und mit mineralogischen Studien beschäftigt, wurde zum Professor der Vertebratenzoologie ernannt; LAMARCK für den Rest, damals ein Chaos, in welchem sogar LINNAEUS nicht Ordnung zu schaffen vermochte.

LAMARCK trat seine Stellung, nach einjähriger Vorbereitung, im Frühjahr 1794 am Musée an, und stellte bereits sofort die beiden Klassen der Vertebrata und Evertebrata auf, Klassen welche noch jetzt anerkannt werden. Letztere teilte er ein in: Mollusken, Insekten, Würmer, Echinodermen und Polypen. Im Jahre 1799 trennte er die Krustazeen und in 1800 die Arachnoideen von den Insekten ab.

Inzwischen schrieb er einige Werke über Physik und Chemie, welche betrachtet werden müssen als Verirrungen eines mächtigen Geistes, welcher meint durch bloße Deduktion Wahrheiten feststellen zu können, während sich nur durch das Experiment fester Boden dazu finden läßt.

Sie wurden sogar nicht widerlegt und waren dessen auch nicht würdig; sie mögen denen als Warnung gelten, welche meinen, daß sie über eine Wissenschaft schreiben können ohne sie auf praktischem Wege kennen gelernt zu haben.

Dieses Übel existiert noch; wie oft erscheint nicht eine Aufsehen erregende Philippika gegen irgend einen Teil der Naturwissenschaft, welche sich auf irgend eine philosophische Hypothese oder auf ein Dogma basiert, während es sich später herausstellt, daß die Schrift nur die vollkommene Unwissenheit eines sonst kundigen Philosophen oder Theologen beweist.

Die Generalisationen LAMARCKS auf geologischem und mineralogischem Gebiete sind eine Warnung anderer Art; trotzdem diese viel Gutes enthalten, waren sie verfrüht. Sie zeigen, daß jede Wissenschaft mit der Feststellung der Tatsachen anfangen soll und erst später daraus Schlüsse ziehen darf.

Endlich publizierte LAMARCK im Jahre 1809 seine „Philosophie Zoologique“ aus welchem Buche ich Ihnen schon einiges mitteilte, und worüber wir noch des öfteren reden werden.

Das Ende seines Lebens war tief traurig; vermählt und Vater von sieben Kindern, verlor er durch Leichtgläubigkeit das wenige Geld, welches er von seinem Vater ererbt und durch seine Heirat erworben hatte und wurde schließlich, fast gänzlich erblindet, von seinen beiden Töchtern gepflegt.

Ihnen diktierte er noch den sechsten und einen Abschnitt des siebenten Teiles seiner „Histoire des Animaux sans vertèbres“.

Er verschied am 18. Dezember 1829 im Alter von 80 Jahren.

Bis an sein Lebensende trotz aller ungünstigen Umstände arbeitend, verdient der Mann alles, nur keinen Spott infolge eines, unser Erachtens, unrichtigen Bruchteiles seiner Theorie.

Sehen wir jetzt einmal was SPENCER unter „direct equilibration“ versteht:

Dazu muß man erstens feststellen, welche Arten von Gleichgewichtszuständen überhaupt existieren, oder wenigstens für unsere Zwecke von Wichtigkeit sind.

In seinen „First Principles“ widmet SPENCER dieser Frage ein ganzes Kapitel (p. 483—517).

Wir wollen daraus folgendes mitteilen:

Wo wir auch hinsehen, überall sehen wir ein Streben nach Gleichgewicht. Der rollende Stein verliert einen Teil seiner Schnelligkeit, jedesmal wenn er an einen anderen Körper stößt, und kommt er endlich zur Ruhe, nachdem er die Körper, mit welchen er zusammenstieß, in Bewegung versetzt hat, so kommen doch diese nachher ebenfalls zur Ruhe. Es liegt kein Grund vor, dieses Beispiel weiter zu analysieren, wir haben mit einem ganz einfachen Fall der Bewegung zu tun. In fast allen Fällen, hingegen, ist die Bewegung irgend eines Aggregates eine zusammengesetzte, und da die Entstehung des Gleichgewichts in jeder der Komponenten unabhängig stattfindet, hat dies keinen Einfluß auf die übrigen.

Wenn die Schiffsglocke nach dem Läuten wieder zur Ruhe kommt, pendelt sie noch immer fort infolge der Bewegung des Schiffes. Der Strom eines schnellfließenden Wassers, in welchem ein aufspringender Fisch kreisförmige Wellen verursacht, behält seine Schnelligkeit bei, nachdem es sich wieder geglättet hat.

So daß in jedem Fall, der Vorgang, welchen wir Equilibration nennen, das Verschwinden einer oder vieler Bewegungen ist, während die übrigen Bewegungen des Körpers fortdauern.

Um dies deutlich zu machen, verwendet SPENCER das Beispiel eines drehenden Kreisels.

Wenn der um den Kiesel gewundene Faden plötzlich abgezogen wird, und der Kiesel auf dem Tisch steht, hat er außer der schnellen Rotation gewöhnlich andere Bewegungen erhalten:

Eine kleine Bewegung in horizontaler Richtung, welche ihm unvermeidlich durch das Aufsetzen verliehen ist, trägt ihn als Ganzes fort von der Stelle, wo er zunächst den Tisch berührte, und da seine Achse meistens nicht genau einen geraden Winkel mit dem Tisch bildet, entstehen gewisse Oszillationen: der Kiesel fängt an zu wackeln.

Diese zwei Nebenbewegungen, variabel in bezug aufeinander und in bezug auf die Hauptbewegung, hören alsbald auf, als Folgen gesonderter Equilibrierungsvorgänge. Die horizontale Verschiebung hört bald auf durch die Reibung mit der Tischfläche und der Kiesel rotiert auf derselben Stelle. Dem Wackeln wird durch andere Ursachen ein Ende gemacht.

Nachdem diese Nebenbewegungen aufgehört haben, bleibt die Hauptbewegung, die schnelle Rotation, bestehen und zwar mit einer solchen Regelmäßigkeit, daß der Kiesel nicht von der Stelle kommt: so entsteht ein vorübergehender Zustand, welchen französische Mathematiker *equilibrium mobile* genannt haben, was sich mit „beweglichen Gleichgewicht“ übersetzen läßt.

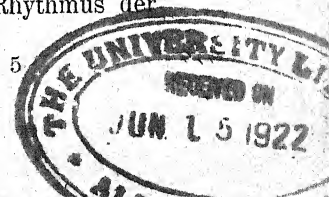
Zwar treten neue Bewegungen auf, wenn die rotierende Schnelligkeit abnimmt, aber diese sind nur durch den zufälligen Umstand verursacht, daß bei dem Kiesel sich der Schwerpunkt oberhalb des Stützpunktes befindet. Falls ein Kiesel mit stählerner Achse an einer entsprechend magnetisierten Fläche angehängt würde, würde dieses bewegliche Gleichgewicht, einmal entstanden, fortbestehen bleiben, bis der Kiesel stille stände, ohne daß er sonst seine Stellung veränderte.

Die beobachteten Tatsachen sind demnach:

1. Die verschiedenen Bewegungen, welche irgend ein Aggregat besitzt, sind jede für sich equilibriert, die schwächsten oder die, welche den geringsten Widerstand erfahren, verschwinden zuerst. Es bleibt schließlich die stärkste oder die, welche den geringsten Widerstand erfährt, oder es bleiben beide übrig.
2. Das bewegliche Gleichgewicht entsteht, wenn das Aggregat eine Bewegung seiner Teile untereinander besitzt, welche Bewegungen wenig äußeren Widerstand erfahren.
3. Dieses bewegliche Gleichgewicht verschwindet schließlich ebenfalls, um einem kompletten Gleichgewicht Platz zu machen.

Es ist nicht so leicht, alle Equilibrierungsvorgänge (die Entstehung des Gleichgewichts) zu fassen, da wir zu gleicher Zeit verschiedene Phasen im Auge halten müssen. Am leichtesten gelingt es durch Betrachtung der vier Hauptgruppen nacheinander.

Die erste Gruppe umfaßt die verhältnismäßig einfachen Bewegungen, wie die eines Projektils, welche nicht lange genug anhalten, um ihren rhythmischen Charakter zur Geltung zu bringen, sondern welche alsbald gespalten und wieder gespalten in anderen Substanteilchen mitgeteilte Bewegung, aufgelöst werden in den Rhythmus der Ätherwellenbewegung.



In der zweiten Gruppe, welche die verschiedenen Arten der Vibration und Oszillation umfaßt, wird die Bewegung verwandt zur Entstehung einer Spannung, welche der Bewegung gleich geworden oder momentanes Gleichgewicht mit ihr bildend, alsbald eine Bewegung in entgegengesetztem Sinne verursacht, welche dann wieder in gleicher Weise equilibriert wird; so entsteht ein sichtbarer Rhythmus, welcher alsbald verloren geht in unsichtbarem Rhythmus: Klang- und Wärmewellen.

Die dritte Gleichgewichtsart herrscht in jenen Aggregaten, welche ebensoviel Bewegung erhalten als sie gebrauchen. Die Dampfmaschine und speziell solche, welche ihren eigenen Feuerherd und Wasserkessel füllten, lieferten ein Beispiel davon.

Hier wird die Kraft (verbraucht zur Überwindung des Widerstandes der getriebenen Maschine) jeden Augenblick durch das Heizungs-material angefüllt und das Gleichgewicht wird aufrecht erhalten durch Zu- oder Abnahme des Verbrauches, der mit der Zufuhr variiert: Jede Zu- und Abnahme in der Dampfquantität verursacht eine Vermehrung oder Verminderung der Bewegung der Maschine, so daß Gleichgewicht entsteht durch Zunahme oder Abnahme des Widerstandes.

Diese Form, welche wir abhängiges Gleichgewicht nennen ist für unsere Evolutionstheorien von großer Wichtigkeit.

Die vierte Gleichgewichtsart ist das unabhängige oder perfekte bewegliche Gleichgewicht. Wir sehen es realisiert in den rhythmischen Bewegungen des Sonnensystems, das, nur Widerstand empfindend in einem Medium von unwahrnehmbarer Densität, keine merkbare Verminderung erleidet in den für uns meßbaren Zeiträumen.

Alle diese Gleichgewichtsarten sind jedoch nur verschiedene Formen einer Art.

Denn in jedem Falle ist das erreichte Gleichgewicht relativ und nicht absolut, ist es das Aufhören der Bewegung eines bestimmten Körpers in bezug auf einen gewissen Punkt oder Punkte; und es hat weder zur notwendigen Folge das Verschwinden der verlorenen Bewegung, welche nur in andere Bewegungen umgesetzt wurde, noch eine Verminderung der Bewegungen des Körpers in bezug auf andere Körper.

In dieser Weise betrachtet, umfaßt es auch das bewegliche Gleichgewicht, welches auf den ersten Blick von ganz besonderer Art zu sein scheint.

Denn jedes System von Körpern, welches, wie das Sonnensystem, eine Kombination balancierter Rhythmen ausführt zeigt diese Eigentümlichkeit:

daß, trotzdem die konstituierenden Teile des Systems relative Bewegungen haben, das System als Ganzes keine Bewegung besitzt.

Der Schwerpunkt der ganzen Gruppe kommt nicht von der Stelle. Welche Bewegungsschnelligkeit ein konstituierender Teil auch in irgend einer Richtung haben möge, so wird sie dennoch von Augenblick zu Augenblick aufgewogen durch eine äquivalente Bewegung von irgend einem anderen Teile der Gruppe in entgegengesetzter Richtung, und in dieser Weise befindet sich die aggregierte Substanz der Gesamtgruppe im Ruhezustand.

Daraus folgt, daß das Erreichen eines Zustandes von „beweglichem Gleichgewicht“, das Verschwinden ist von irgend einer Bewegung welche das Aggregat besaß in bezug auf äußere Gegenstände und ein Fortwähren von jenen Bewegungen,

welche die konstituierenden Teile in bezug aufeinander besaßen.

Durch diese Generalisation sehen wir, daß alle Gleichgewichtsformen in letzter Instanz dieselben sind, da in jedem Aggregat, nur der Schwerpunkt seine Bewegung verliert, während die konstituierenden Teile immer einige Bewegung in bezug aufeinander behalten — wenn auch nur die Bewegung der Moleküle.

Wir sehen also daß in jedem Aggregat mit zusammengesetzten Bewegungen ein Drang vorherrscht bewegliches Gleichgewicht zu erreichen, da jede unaufgewogene Kraft, der ein solches Aggregat unterworfen ist, falls sie nicht imstande ist das ganze Aggregat umzuwerfen, den Zustand modifizieren muß bis Gleichgewicht entstanden ist.

Der Endzustand muß eine Summe von Kräften sein, welche gegen alle Kräfte, welchen das Aggregat unterworfen ist, aufwiegt, da, so lange irgend eine Kraft in irgend einer Richtung unaufgewogen bleibt — sei diese ein Kraftexzeß vom Aggregat auf die Umgebung ausgeübt, oder eine Kraft von der Umgebung auf das Aggregat einwirkend — kein Gleichgewicht besteht und also eine neue Substanzverteilung stattfinden muß.

Es ist notwendig daß Sie diese Wahrheit gut begreifen.

Nehmen wir als Beispiel das Sonnensystem. Gesetzt den Fall: es finge eine neue Kraft an auf dieses bewegliche Gleichgewicht einzuwirken — z. B. durch Ankunft irgend einer sich bewegenden Masse, oder indem die Bewegung irgend einer der anwesenden Massen zunähme.

Was würde das Resultat davon sein?

Wenn der Fremdkörper oder die Extrakraft sehr groß wäre, würde das ganze System vernichtet werden können, das bewegliche Equilibrium würde alsbald in ein vollständiges Gleichgewicht übergehen.

Aber was wird geschehen, wenn die einwirkende Kraft, von außen in das System gelangend, nicht groß genug ist um es zu vernichten?

Es würde dann ein System von Störungen auftreten, das während eines sehr langen Zeitverlaufes ganz allmählich die Entstehung eines anderen beweglichen Gleichgewichtes herbeiführen würde.

Der Effekt, zunächst von den benachbarten Massen und in geringerem Maße von den entfernteren verspürt, würde alsbald kompliziert werden durch sekundäre Folgen, durch die zunächst gestörten Massen aufeinander ausgeübt, und diese würden wieder einen tertiären Effekt verursachen.

Störungswellen würden durch das ganze System hindurch fortgepflanzt werden, bis um einen neuen Schwerpunkt herum, ein System von Planetenbewegung gebildet sein würde, welches vom früheren mehr oder weniger verschieden wäre.

Ein Lebewesen nun befindet sich nicht, wie das Sonnensystem, in einem Zustande von unabhängigem beweglichen Gleichgewicht, sondern in einem solchen von abhängigem beweglichen Gleichgewicht, aber dieses verhindert die Geltung des gleichen Gesetzes nicht.

Jede Pflanze und jedes Tier erhält von der Außenwelt ein gewisses Kraftquantum, in der Form von Nahrung, zum Ersatz für die verbrauchte Kraft, gerade wie die Dampfmaschine welche wir betrachtet haben.

Aber diese fortwährende Zufuhr neuer Bewegkraft, zum Ersatz für die verloren gegangene, verhindert nicht das Fortdauern derjenigen normalen Aktionen und Reaktionen, welche wir Funktionen nennen.

Diese rhythmischen Aktionen und Reaktionen oder Funktionen, und die verschiedenen komplizierten Rhythmen, welche aus ihren Kombinationen hervorgehen, stehen in solchem Zusammenhang miteinander, daß sie ein Gleichgewicht bilden mit den Einwirkungen auf den Organismus.

Es gibt eine konstante oder periodische Genese von Kräften, welche nach ihrer Art, Quantität und Richtung genügen um aufzuwiegen gegen die Kräfte, welchen der Organismus konstant oder periodisch unterworfen ist.

Wenn es nun ein solches bewegliches Gleichgewicht gibt in einem bestimmten System innerer Wirkungen, welches ein bestimmtes System äußerer Bedingungen aufwiegt, so fragt sich was geschehen wird, wenn eine oder mehrere der inneren Wirkungen sich verändern?

Das Resultat muß das Aufhören des Gleichgewichtes sein. Irgend eine Kraft, welche der Organismus in normalen Umständen entstehen läßt ist entweder zu groß oder zu klein um mit einer äußeren Bedingung ein Gleichgewicht zu bilden; es entsteht also eine überkomplette Kraft entweder von der Umgebung auf den Organismus ausgeübt oder vom Organismus auf die Umgebung.

Diese überschüssige Kraft — diese nicht aufgewogene Kraft — muß sich erschöpfen in der Hervorrufung irgend einer Veränderung im Zustand des Organismus.

Direkt auf irgend ein Organ einwirkend und dessen Funktion verändernd, verändert sie indirekt Funktionen, welche von jenem Organ abhängen und influenziert schließlich sämtliche Funktionen des Organismus.

Falls diese Kraft permanent ist, muß sie schließlich im ganzen System verspürt werden, bis sie aufgewogen wird durch das Zustandekommen einer solchen Strukturveränderung, daß dadurch eine genau mit ihr balancierende Kraft erzeugt wird.

Jede neue Kraft, welche auf einen Zustand beweglichen Gleichgewichts einwirkt, muß entweder jenen Zustand vernichten oder verändern, und die Veränderung muß führen zur Bildung eines neuen beweglichen Gleichgewichts.

Bei Organismen ist also nur Tod oder Wiederherstellung des physiologischen Gleichgewichts möglich.

Die neueinwirkende Kraft kann entweder direkt oder indirekt eine mit ihr balancierende Kraft und durch diese Strukturänderung hervorrufen; oder sie kann aufgewogen werden durch eine, auf irgend eine andere Weise entstandene Funktions- oder Strukturänderung.

Erstere nennen wir direkte, letztere indirekte Equilibrierung. Direkte Equilibrierung nennt man meistens Anpassung (*Principles of Biology* II, p. 435).

Aber fährt SPENCER fort:

Sind alle Modifikationen, welche dazu führen, daß ein Organismus von neuem für die Umgebung geeignet wird, direkte Anpassungen?

Es braucht wohl kaum betont zu werden, daß soll ein bewegliches Gleichgewicht allmählich verändert werden, notwendigerweise

1. irgend eine Kraft auf dasselbe einwirken muß,
2. jene Kraft es nicht vernichten muß.

Wenn in der Umgebung irgend eine Kraft herrscht, welche vorteilhaft auf den Organismus einwirken würde, falls dieser Organismus

einigermaßen modifiziert wäre, aber nicht einwirkt, da jene Modifikation nicht existiert, ist es selbstverständlich, daß diese Kraft nicht selber die Modifikation verursachen kann.

Andererseits kann keine Veränderung, welche imstande ist Gleichgewicht mit der neuen äußeren Kraft zu bilden, bei der Art direkt erzeugt werden, wenn die äußere Kraft solcher Natur ist, daß die Individuen getötet oder so geschädigt werden, daß keine kräftigen Nachkommen erzeugt werden.

SPENCER sagt also nur daß Veränderung in der Umgebung Veränderung bei den Organismen verursachen kann.

Weit entfernt, zu meinen, daß das Respondieren auf äußere Veränderungen immer in nützlicher Weise geschieht, zeigt er im Gegenteil, daß dies öfters sehr schädlich sein kann. Er will, wie aus obenstehendem hervorgeht, von der Entstehung eines Organs durch direkte Anpassung gar nichts wissen, was nicht heißen soll, daß nach seiner Meinung nie ein nützlicher Respons stattfindet, davon sagt er (p. 442):

Wir sehen also, daß viele Veränderungen in der Umgebung die Organismen entweder nicht direkt verändern oder sie in ungünstiger Weise modifizieren.

Pflanzen und Tiere, welche fortbestehen, sind notwendigerweise solche, deren Kräfte mit den auf sie einwirkenden Kräften Gleichgewicht bilden, und wenn die Umgebung sich verändert, müssen die Veränderungen, welche derartige Organismen erleiden, nach Wiederherstellung des Gleichgewichts strebende Veränderungen sein.

Neben direkter Wiederherstellung des Gleichgewichts, muß es also noch eine andere, indirekte Wiederherstellung geben.

Er geht dann auf die Verschiedenheiten zwischen Individuen ein (p. 444 ff.) und auf das dadurch ermöglichte Überleben der geeigneten, Fragen mit welcher wir uns vorläufig noch nicht beschäftigen wollen.

Hauptsache ist, daß SPENCER kein Anhänger der Lehre der direkten Anpassung ist, wohl aber der eigentliche Vater der Theorie der durch äußere Reize verursachten Formänderungen.

Sehen wir jetzt was NÄGELI unter direkter Bewirkung versteht.

Nach ihm verursachen äußere Einflüsse die verschiedenen Anpassungen der Organismen. Wir wollen seine Auffassung an einigen Beispielen erläutern.

Er meint z. B. daß das Vermögen des Dionaeablattes, sich infolge eines Reizes zu schließen und in dieser Weise die darüber gehenden Insekten zu fangen, nach und nach durch die krabbelnden Insekten entwickelt ist.

Da die mechanischen Gewebe der Pflanzen sich gerade an jenen Stellen finden, wo sie der Wirkung von Druck und Biegung am nützlichsten widerstehen können, ist es, seines Erachtens, nicht unwahrscheinlich, daß sie durch Spannungen, welche diesen Druck verursachen, entstanden sind. Denn diese Spannungen waren gerade dort am stärksten, wo sich jetzt die mechanischen Elemente befinden.

Aus schuppenähnlichen Primordien sind durch starke Zunahme des Wachstumsvermögens die Blüten entstanden. Diese Wachstumszunahme, ist nach NÄGELI, wohl hauptsächlich verursacht durch den Reiz, welchen pollen- und säftesuchende Insekten durch Kratzen und kleine Stiche verursachen.

Er sagt weiter (S. 162):

„Bei allen den Beispielen, die ich angeführt habe, . . . befriedigt die Anpassung welche als Reaktion auf einen äußeren Reiz eintritt, stets ein Bedürfnis und erweist sich somit als nützlich.“

Oft ist der Mangel, welchem abgeholfen wird, viel deutlicher zu erkennen als die von außen kommende Einwirkung und man verfällt naturgemäß auf den Gedanken, daß das Bedürfnis oder der Mangel selbst als Reiz wirken könne.“

(S. 166) Eine „eigentümliche Art der Reizwirkung besteht darin daß mangelnde Organe ersetzt werden, daß also der empfundene Mangel dem Bildungstrieb die einzuschlagende Bahn vorzeichnet“.

NÄGELI ist demnach nicht nur ein sehr entschiedener Anhänger des Einflusses äußerer Bedingungen auf die Organismen, sondern meint sogar daß die Reaktion auf einen solchen Reiz fast immer eine nützliche ist. Er spricht dies deutlich aus, wo er sagt:

„Die Reaktionen sind in der Regel nützliche Einrichtungen, und es wirft sich nun zunächst die Frage von prinzipieller Wichtigkeit auf, ob dieselben notwendig und allein eintreten, oder ob sie die nützlichste Auswahl von verschiedenen Reaktionen sind . . . Dieser Möglichkeit (der Auswahl) glaube ich aber die andere als die viel wahrscheinlichere und wohl einzig berechnete gegenüberstellen zu dürfen, daß die vorteilhaften Reaktionen allein eingetreten sind und daß es einer Auswahl und Verdrängung unter denselben nicht bedurfte.“

Es ist klar daß wir in dieser Weise ins Metaphysische geraten. Wenn eine Krabbe, auf das Kneifen seiner Pfote, durch das Abwerfen dieses Organs antwortet, ist die Reaktion gewiß keine direkt nützliche, sondern eine direkt schädliche, indem sie den Verlust eines Teiles verursacht. Daß diese schädliche Reaktion einen nützlichen Umstand hervorruft, indem es dem durch einen Feind ergriffenen Tiere zu entkommen erlaubt, ist Zufall.

In einem Aquarium ohne Feinde, wirft das Tier, wenn es auf entsprechende Weise gereizt wird, das Bein ebenfalls ab, und jetzt ohne nachfolgenden Nutzen.

Gesetzt, daß das Bedürfnis hier als Reiz wirkte, um den nützlichen Effekt hervorzurufen, so muß der Reiz des Kneifens etwa zu dieser Betrachtung beim Tier führen: mein Bein sitzt in der Klemme. Soll ich es abwerfen oder nicht? Werfen wir es ab! denn wenn ich es abwerfe, kann ich ein Bein regenerieren; das ist also nicht schlimm, und die Gewohnheit des Abwerfens kann nützlich sein, falls ich einmal von einem Feinde erwischt werde, der mir sonst ganz den Garaus machen würde.

Ich glaube, daß die Auffassung, der Reiz verursache hier einen direkt schädlichen Effekt, welcher später zufällig von Nutzen sein kann, besser zu akzeptieren ist.

Auch NÄGELI ist nicht so sehr vom Nichtvorkommen schädlicher Effekte überzeugt als es meistens den Anschein hat.

Auf S. 150 sagt er über Blumen mit langer Kronenröhre:

„Nach meiner Vermutung könnten die langen Blumenröhren aus kurzen in gleicher Weise entstehen wie die großen Blumenblätter aus kleinen.“

Durch die beständigen Reize, welche die kurzen Rüssel der Insekten ausübten, wurden die kurzen Röhren veranlaßt sich zu verlängern. Dieses Wachstum erfolgte als notwendige Wirkung seiner Ursache,

obgleich es zunächst für die Pflanzen als unvorteilhaft sich erwies."

Auch NÄGELI schließt also eine schädliche Veränderung nicht aus, doch akzeptiert als Regel ein methaphysisch klingendes Reagieren auf Reize mit nützlichem Effekt.

Was EIMER (1888) betrifft, so ist auch er überzeugt vom direkten Einfluß der Umgebung auf die Lebewesen.

Eines der überzeugendsten Beispiele, welche er erwähnt, ist folgende experimentell vollzogene Umänderung:

Man kann ein in Brachwasser in Deutschland vorkommendes Krebschen, *Artemia salina*, durch Vermehrung des Salzgehaltes verändern in *Artemia Milhausenii*; eine Art welche in der Natur nur in der Krim angetroffen wird. Die in dieser Weise experimentell erhaltene *Artemia Milhausenii* kann man durch Verminderung des Salzgehaltes wieder zur *Artemia salina* zurückbilden.

Noch viel erstaunlicher aber: *Artemia* und *Branchippus* sind zwei Genera, welche sich u. a. dadurch unterscheiden, daß *Artemia* acht Artikulationen am Hinterleib besitzt; *Branchippus* aber deren neun aufweist. Durch Verdünnung des Brachwassers worin *Artemia salina* lebt, mit Süßwasser erhält man *Branchippus spinosus*.

Wir machten also die Bekanntschaft eines Lebewesens, das im Verhältnis zum Salzgehalt des Wassers sich unserem Auge unter drei verschiedenen Gestalten zeigt, nämlich als *Branchippus spinosus*, *Artemia salina* und *Artemia Milhausenii*.

Dieses Beispiel genügt wohl um zu zeigen, daß EIMER ein Anhänger der Lehre der Formveränderung unter dem Einfluß äußerer Reize ist.

WARMINGS Meinung geht aus folgendem Satze klar hervor. Er sagt:

Der Bau und die ganze Entwicklung der Arten stehen in genauestem Einklange mit ihren Umgebungen, sie sind an diese angepaßt (zeigen Angepaßtheit p. 376). Der Verfasser dieses Buches nimmt an, daß die Pflanzen eine besondere, angeborene Kraft oder Fähigkeit besitzen, sich an die gegebenen neuen Verhältnisse direkt anzupassen, d. h. auf eine für das Leben nützliche Weise in Übereinstimmung mit den neuen äußeren Lebensbedingungen zu variieren; er nimmt also an, daß zwischen den äußeren Ursachen und dem Nutzen der Veränderungen eine gewisse Verbindung besteht, die im übrigen unbekannt ist (Selbstregulierung oder direkte Anpassung).

WARMING ist also überzeugt von einem direkt nützlichen Respondieren auf bestimmte Reize.

Bei allen Theorien über direkte Anpassung herrscht große Verwirrung, weil die Begriffe nicht scharf definiert werden. Ich glaube deshalb durch Verwendung einiger neuer Termini, die Deutlichkeit vermehren zu können.

Wie wir sahen, ist das Wesen im Ei noch nicht fertig, aber muß die Form, der Morphos, durch das Plasma aus den im Ei anwesenden Substanzen, aufgebaut werden.

Um diesen Bauprozess, diesen formbildenden Prozeß, stattfinden zu lassen, bedarf es eines Reizes, welcher in der Weise wirkt, daß die resultierende Form die Folge der einwirkenden Reize ist.

Jede Form, welche wir beobachten, ist also eine Zwangsform, welche von der Art der einwirkenden Reize abhängt.

Die normale Form einer jeden Art ist also eine Form, welche entstanden ist durch jene Reize, welche unter normalen Umständen auf

das Ei einwirken; ich will diese normale Zwangsform mit dem Wort Biaiomorphos andeuten.

Die gewöhnliche Form, unter welcher wir Pflanzen und Tiere wahrnehmen, ist demnach ihr Biaiomorphos der normale Entwicklungsgang die Biaiomorphose.

Wird ein Wesen aber unter andere als normale Umstände gebracht, so verändert sich die Form infolge der anderen Reize, welche jetzt einwirken, aber es bleibt die neue Form eine Zwangsform, eine Zwangsform jetzt der abnormalen Reize.

Ich will diesen Vorgang andeuten mit dem Worte: Biaiometamorphose. Der Etagenbau von *Hypnum splendens*, die zweizeilige Blattstellung von *Schistostega*, der normale Generationswechsel¹⁾ der Farne mit Geschlechtsorgane tragendem Prothallium und sporentragender Farnpflanze sind Biaiomorphosen.

Der orthotrope Bau von *Hypnum splendens*, die vielreihige Blattinsertion von *Schistostega*, die Farnprothallien mit Sporangien²⁾ sind Biaiometamorphosen.

Einige Forscher meinen, daß die lebenden Wesen eine geheimnisvolle Kraft besitzen, wodurch sie auf einen Reiz zweckmäßig reagieren können, in der Weise, daß sie dadurch zu besserer Harmonie mit ihrer Umgebung gelangen; auf diese Lehre möchte ich die Bezeichnung „direkte Anpassung“ beschränken.

Biaiometamorphosen können also schädlich, indifferent oder nützlich sein; direkte Anpassungen sind per se nützlich.

Beurteilt man nach dieser Definition der Begriffe, die Stellung der verschiedenen sogenannten Lamarckisten, das heißt der Anhänger jener Theorien, welche man, ganz unrichtiger Weise, mit dem Namen Theorien der direkten Anpassung andeutet, so ergibt sich:

1. daß LAMARCK selber, in erster Linie ein Anhänger der Biaiometamorphosenlehre ist, und erst in zweiter Linie der Lehre der direkten Anpassung.
2. daß SPENCER ein Anhänger der Biaiometamorphosenlehre ist, ja, trotzdem er das Wort nicht verwendet, der eigentliche Vater derselben ist.
3. daß NÄGELI, in überwiegendem Maße der Lehre der direkten Anpassung anhängt, aber dennoch daneben in einzelnen Fällen Biaiometamorphosen zugibt.
4. daß WARMING ein überzeugter Anhänger der Lehre der direkten Anpassung ist;

Fragen wir jetzt, wie ohne Annahme einer direkten Anpassung, der Umstand zu erklären ist, daß so viele Erscheinungen direkte Anpassungen zu sein scheinen, so gibt es dafür verschiedene Gründe.

Erstens weil man viele Sachen direkte Anpassungen nennt welche es nicht sind.

Jede Verrichtung welche eine direkte Folge der Struktur des Organismus ist, wird nur zu oft eine Anpassung genannt.

Wenn ein Dionaeablatt sich infolge eines Reizes schließt, nennt man dies eine Anpassung. Das ist irreführend. Es ist einfach eine Folge seiner Struktur.

1) Vgl. S. 49, 50.

2) Vgl. S. 49, 51.

Mit gleichem Rechte könnte man das Sich-schließen einer Raubtierfalle eine Anpassung nennen, während das „Sich-schließen“ einfach die Folge der Anwesenheit einer gespannten Feder ist.

Es läßt sich darüber diskutieren ob der Schließapparat des *Dio-naeablattes* durch direkte Anpassung, durch *Biaiom metamorphose* oder auf irgend eine andere Weise entstanden ist, aber vom Momente an wo der Apparat da ist, darf man das Funktionieren desselben keine Anpassung mehr nennen.

Zieht man nun von den Fällen von Anpassung jene ab, welche unrichtigerweise, als solche bezeichnet werden, und nur das Funktionieren anwesender Apparate sind, so muß dennoch zugegeben werden, daß eine Anzahl von Fällen bestehen bleibt, welche an direkte Anpassung denken läßt, Fälle also wo infolge veränderter Lebensbedingungen auffallend nützliche Reaktionen auftreten.

Hierbei muß man aber wohl im Auge behalten daß es keineswegs wunder nehmen kann, daß so wenig schädliche und so viele nützliche *Biaiom metamorphosen* angetroffen werden, denn die schädlichen bringen entweder direkt oder nach wenigen Generationen den Untergang des Trägers derselben im Kampf ums Dasein mit sich.

So aufgefaßt, glaube ich sagen zu dürfen daß *GOEBEL* (1898) auf dem Standpunkt der *Biaiom metamorphosen* lesre steht; deutlich spricht er dies auf S. 15 aus:

„Wenn aber manche Naturforscher (*GOEBEL* zielt damit wie aus der Fußnote hervorgeht auf *WARMING*) geneigt sind den Organismen nur nützliche, zweckentsprechende Reaktionen auf äußere Reize hinzu zu schreiben, so lassen sie dabei große Gruppen von Tatsachen außer Betracht“; in der Fußnote unterstreicht er dies noch indem er sagt:

— — — „es ist mir unzweifelhaft — — — daß nicht alle Reaktionen auf äußere Einflüsse nützlich sind, nur werden eben die letzteren erhalten, die nicht nützlichen nicht“.

Fassen wir nun die erhaltenen Resultate zusammen so konstatieren wir:

daß die Form des Individuums eine Zwangsform ist, abhängig von den Reizen, welche auf das betreffende Individuum während dessen Entwicklung einwirkten. Daß durch Veränderung dieser Reize eine Veränderung der Form, eine *Biaiom metamorphose* auftritt, welche sowohl nützlich als schädlich als auch indifferent sein kann, daß von direkter Anpassung, das heißt von dem per se nützlich Reagieren auf jeden Reiz nicht die Rede sein kann.

Auf direkte Anpassung¹⁾ der Organismen basierte Theorien sind demnach unhaltbar, dagegen ist es a priori nicht unerlaubt eine Theorie auf dem Vorkommen der *Biaiom metamorphose* aufzubauen.

Von dieser *Biaiom metamorphosen* lehre ist auch *v. WETTSTEIN* (1903) trotzdem er das Wort direkte Anpassung verwendet, vollkommen überzeugt wie ich nach mancher Unterredung mit ihm, zu behaupten wage.

Summa summarum hat also das Studium der Frage inwieweit die Form eines Individuums veränderlich ist, dieses wichtige Resultat ergeben:

1) Wie oben definiert.

Es ist erlaubt bei der Aufstellung einer Evolutionstheorie Gebrauch zu machen vom experimentell nachgewiesenen Vorkommen von Biometamorphosen.

Vorläufig mit diesem Resultat zufrieden, schließen wir die Betrachtung des Individuums ab, um uns seinen Nachkommen zuzuwenden, uns also mit der Erbllichkeitstheorie zu beschäftigen.

Sechste Vorlesung.

Hauptstück II.

Erblichkeit.

SPENCERS Theorie fußt auf den Erscheinungen der Regeneration, p. 74. Physiologische Units, p. 75. Regeneration bei Bryopsis, p. 77. Heteromorphose bei Tubularia nach LOEB, p. 77. HERBST über Regeneration bei Crustaceen, p. 80. DARWINS provisional Hypothesis of Pangenesis, p. 80. NÄGELIS Idioplasma, p. 80. WEISMANNs Kontinuität des Keimplasmas, p. 82. Ungleichwertige Zellteilungen, p. 82. Soma und Keimbahnen, p. 83.

Die erste Frage welche sich hier erhebt ist wohl diese: Weshalb sind die Nachkommen eines Individuums der Hauptsache nach diesem Individuum gleich? Warum also produzieren Menschen Menschenkinder und Schafe Schafskinder? Diese Frage bringt uns auf das große Gebiet der Erbllichkeit, auf das Gebiet wovon BATESON (1902) sagt:

„An exact determination of the laws of heredity will probably work more change in man's outlook on the world and in his power over nature than any other advance in natural knowledge that can be clearly foreseen.“

Jedes höhere Wesen besteht aus einem Konglomerat sehr verschiedener Zellenarten, so ist z. B. unser Körper aus Beinzellen, Blutzellen, Muskelfasern, Bindegewebszellen, Nervenzellen, um nur einige der wichtigeren zu nennen, aufgebaut.

Jedes Lebewesen aber pflanzt sich nur mittels einer Zelle fort und jene Zelle bildet sämtliche obengenannte Zellenarten, und stellt sie in denselben Zusammenhang, in welchen sie bei den Eltern gestellt waren. Wie soll man diesen höchst merkwürdigen Vorgang erklären?

Der erste, welcher eine Theorie der Erbllichkeit aufstellte, war wohl HERBERT SPENCER (1863). In seinen Principles of Biology (p. 176) geht er von den Regenerationerscheinungen aus: Das Vermögen eines Lebewesens, einen verloren gegangenen Teil zu ersetzen durch einen ähnlichen Teil, ist nach ihm zu vergleichen mit dem Vermögen eines beschädigten Kristalls, den erlittenen Verlust wieder zu ersetzen¹⁾. In beiden Fällen wird die assimilierte Substanz so angeordnet, daß sie den ursprünglichen Umriß wiederherstellt.

Und wenn wir sagen, daß beim Kristall das Ganze eine Macht über die Teile ausübt, welche die neuhinzukommenden Atome zwingt

1) Selbstverständlich kann dies aber schon nicht gelten für die nachher zu besprechenden Fälle von Heteromorphose, wo der verloren gegangene Teil durch einen ganz anderen ersetzt wird, z. B. ein Krebsauge durch eine Antenne.

eine gewisse Stellung einzunehmen, so müssen wir Entsprechendes beim Lebewesen annehmen.

Wenn ein Bein gebildet wird an der Stelle wo ein Bein verloren ging, ein Schwanz an der Stelle wo ein Schwanz verloren ging, müssen wir wohl annehmen, daß die Einheiten aus welchen ein Lebewesen besteht, eine Neigung haben, sich stets in gleicher Weise zu arrangieren, wodurch also stets die gleiche Form entsteht, gerade so wie beim Kristall.

Wir sehen, daß ein kleines Stück eines Begoniablattes imstande ist eine ganz neue Pflanze zu bilden, der Art gleich zu welcher das Blatt gehört.

Wie können wir das erklären? Wir können nicht annehmen, daß in jedem Teil eines Organismus ein ganz fertiges Modell desselben vorhanden ist, bereit sich bei einem entsprechenden Reiz zu entfalten. Sogar wenn es richtig wäre — was nicht der Fall ist — daß der Organismus in der Eizelle en miniature anwesend ist, könnte man noch nicht annehmen, daß dies in jeder Zelle des Organismus so sein würde.

Wir können also nur sagen, daß die lebenden Teile eines jeden Fragments einen eingeborenen Drang haben, sich so zu ordnen, wie sie im erwachsenen Wesen geordnet waren, gerade so wie die Salzmolekeln, den eingeborenen Drang haben sich zu kristallisieren.

Bei den anorganischen Körpern nun sind es die Molekeln, welche sich zu einer bestimmten Form anordnen; welche Einheiten ordnen sich nun bei den Lebewesen in entsprechender Weise?

Es können dies nicht die Molekeln sein, denn falls z. B. alle Eiweißmolekeln den eingeborenen Drang hätten sich zu einer bestimmten Form zu ordnen, würden alle Lebewesen die gleiche Form besitzen und nicht jene zahlreichen Gestalten zur Schau tragen, welche wir in der Natur bewundern.

Auch die Zellen können nicht die fraglichen Einheiten sein, denn eine einzige Zelle eines Begoniablattes ist imstande, die Art zu reproduzieren.

Die fraglichen Einheiten müssen demnach größer sein als die Molekeln und kleiner als die Zellen. SPENCER nennt die hypothetischen Einheiten: physiologische Units. Er nimmt an, daß sie sich durch Teilung vermehren können, und daß die Teilprodukte eines jeden speziellen Units diesem Unit gleich sind.

Physiologische Units sind also die Teile eines Lebewesens, welche einen inhärenten Drang besitzen, sich zu ordnen in der Form wozu die Art gehört, gerade so wie die Molekeln der kristalloiden Substanzen eine inhärente Neigung haben, sich zu der Kristallform derjenigen Art zu ordnen, zu welcher diese Substanz gehört.

Aus dem Vorgang bei Begonia, schließt SPENCER, daß das Vermögen dieser physiologischen Units, sich in angegebener Weise zu arrangieren latent in jeder undifferenzierten Zelle anwesend sei.

Und da, seiner Anschauung nach, die Fortpflanzungszellen solche nichtdifferenzierten Zellen sind, besitzen sie dieses Vermögen.

Spermazellen und Eizellen sind also nur Zellen, welche kleine Gruppen physiologischer Units, in einem solchen Zustande besitzen, daß sie ihrer Neigung zur Anordnung in der Form der betreffenden Art gehorchen können¹⁾.

1) Ich brauche kaum zu betonen, daß dies keine Erklärung, sondern nur eine Umschreibung ist. Wenn ich frage, weshalb hat eine Kirche eine andere Form als

Ein parthenogenetisch gebildeter Organismus gleicht also der Mutter, weil die in der Eizelle anwesenden physiologischen Units sich in derselben Weise anordnen wie im Körper der Mutter.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung aber, haben wir mit der Vereinigung zweier Zellen, deren jede physiologische Units mitbringt, zu tun. Die eine Gruppe physiologischer Units hat die Neigung sich zu einer Kopie des Vaters, die andere sich zu einer solchen der Mutter zu ordnen. Beide Gruppen sind demnach antagonistisch und es wird ein Streit zwischen ihnen entstehen, dessen Resultat der Sieg aller Units eines der Eltern über alle Units des anderen sein kann, oder wobei der Kampf von einigen Units des einen und von einigen des anderen gewonnen wird.

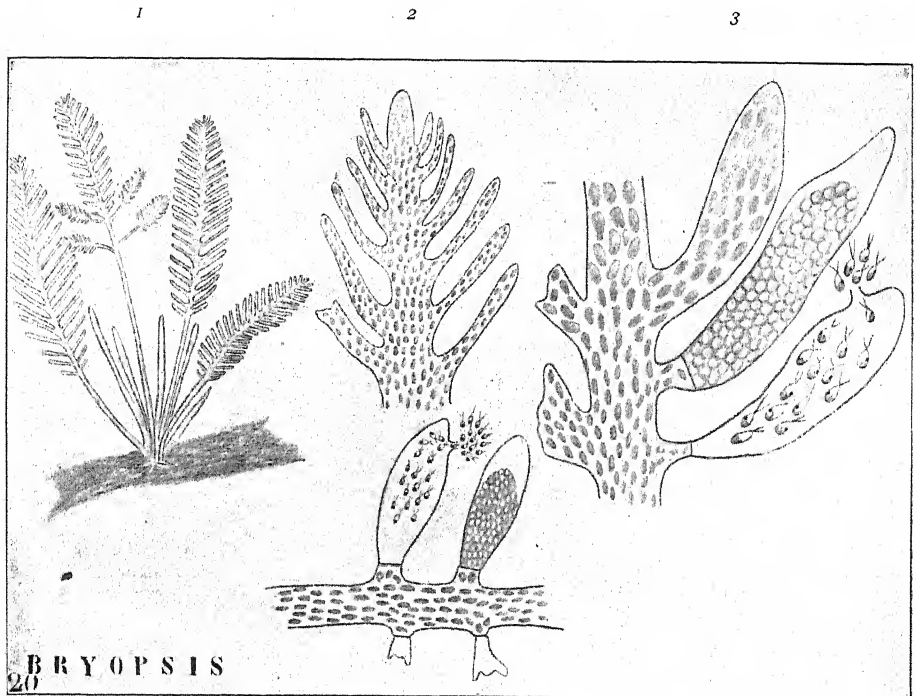


Fig. 26. **Bryopsis.** 1 Habitus. Die Rhizoiden im Substrat versenkt; die Assimilatoren aufstrebend; 2 Assimilator stark vergrößert, die Einzelligkeit zeigend; 3 und 4 Gametenbildung.

So erklärt sich der Umstand, daß Hybriden entweder dem Vater oder der Mutter täuschend ähnlich, oder eine Mittelform zwischen beiden sein können, entweder eine genaue Mittelform oder eine Form mehr dem Vater oder der Mutter zuneigend.

Die Vererbung erworbener Eigenschaften, wird aber von dieser Hypothese nicht erklärt.

ein Wohnhaus, und antworte, weil die Steine der Kirche die Neigung haben sich zu einer Kirche, die des Wohnhauses sich zu einem Wohnhaus zu gestalten, erklärt das nichts; hier auch nicht.

Wie wir sahen, steht oder fällt SPENCERS Auffassung mit der Richtigkeit oder Unrichtigkeit seiner Annahme, daß ein verloren gegangener Teil durch einen ähnlichen ersetzt wird. Falls Ausnahmen auf diese Regel vorkommen, kann seine Auffassung über die inhärente Neigung der physiologischen Units sich immer in gleicher Weise anzuordnen nicht richtig sein.

Verschiedene Beobachtungen nun zeigen, daß diese Auffassung nicht richtig ist. Schneide ich von einer Bryopsis (s. Fig. 26, p. 76) die Rhizoiden oder den Assimilator ab, so werden nicht die Rhizoiden oder der Assimilator unter allen Umständen regeneriert (wie es mutatis mutandis bei einem beschädigten Kristall der Fall sein würde), sondern es hängt von äußeren Umständen ab, welches Organ gebildet werden wird. Experimentell, können so sogar, wie WINKLER (1900) zeigte, nichtexistenzfähige Bryopsispflänzchen mit zwei Assimilatoren und ohne Rhizoiden gebildet werden. Dazu braucht man ja nur die von Rhizoiden und Assimilator beraubten Bryopsisstämmchen, indem sie von einem Wasserstrom herum gewirbelt werden sich im Lichte regenerieren zu lassen.

Auch bei Tieren ist Ähnliches bekannt. LOEB (1905) p. 120 zeigte dergleichen bei *Tubularia mesembryanthemum*. Die einschlägige Stelle sei hier wörtlich übersetzt.

Heteromorphose bei *Tubularia mesembryanthemum*.

Ein Laie würde zweifellos in Zweifel sein hinsichtlich der Frage ob eine *Tubularia mesembryanthemum* als Pflanze oder Tier zu bezeichnen sei. Von einem vielverzweigten Wurzel oder Stolonsystem, welches irgend einem soliden Substrat angeheftet ist, erheben sich zahlreiche zarte unverzweigte Stämmchen, mehrere Zentimeter hoch, welche in gewöhnlich roten sehr blumenähnlichen Polypen endigen. Diese Polypen fangen und verdauen die für das Tier nötige Nahrung. Die Tiere gehören der Klasse der Hydroiden an und werden in großen Mengen im Golf von Neapel gefunden.

Die Zoologen haben eine sehr komplizierte Terminologie für die individuellen Organe der Hydroiden entwickelt, welche in rein deskriptiver Organographie sehr nützlich sein mag, aber nicht die verschiedene Irritabilität der differenten Organe berücksichtigt. Kausale Morphologie, welche die formbestimmenden Bedingungen zu eruieren sucht, hat in erster Linie die Reizbarkeiten der individuellen Organe zu berücksichtigen.

Darum unterscheidet LOEB in *Tubularia*, nach der Irritabilitätsverschiedenheit zwischen Stamm und Wurzel. Unter Wurzel wird jener Teil der *Tubularia* verstanden, welche mit einer speziellen Kontaktirritabilität (stereotropisme) begabt ist, wodurch er sich an solide Körper anheften kann und also das Tier in einer festen Stellung hält. Unter Stamm verstehen wir jenen Teil des Tieres welcher die Sexualorgane und die Polypen trägt und welcher mit entgegengesetzter Irritabilität versehen ist, wodurch er vom Substrat an welchem das Tier befestigt ist, wegwächst.

Diese einfache Terminologie genügt für unsere Zwecke: Die einzigen Teile des Tieres welche sich spontan bewegen können sind die Polypen; der Stamm ist unbeweglich. Wenn wir ein Stück aus dem Stamm heraus schneiden, müssen wir zwischen dessen oralen und ab-

oralen Enden unterscheiden, in bezug auf die Stellung des Stückes im ursprünglich unverletzten Tiere.

Das orale Ende ist dasjenige welches ursprünglich nach dem Polypen hin gerichtet war, das aborale war nach der Wurzel hin gerichtet. Wir wollen jetzt die Hauptexperimente nacheinander beschreiben.

I. Ich schnitt die Wurzeln und die Polypen von einer Reihe von Stämmen ab, und steckte diese verstümmelten Stämme mit ihren aboralen Enden vertikal in den Sand, tief genug um sie in dieser Stellung verharren zu lassen. An den freien oralen Enden, welche allseitig von Seewasser umspült wurden, bildeten sich in kurzer Zeit Polypen — bei richtiger Temperatur und an günstigen Exemplaren in zwei Tagen. Diese kamen was die Form betrifft mit den alten Polypen überein. An den im Sande begrabenen Enden fand kein Wachstum statt, wie lange die Beobachtungen auch fortgesetzt wurden (in einigen Fällen während mehrerer Monate).

Setzte ich die Stämme mit ihren oralen Enden in den Sand, so wurde am freien aboralen Pole ein Polyp gebildet. In günstigen Fällen geschah auch dies in einigen wenigen Tagen. Weder Polyp noch Wurzel wurde am sandbedeckten oralen Ende gebildet, wie lange die Versuche auch fortgesetzt wurden.

In Widerspruch mit der Polaritätstheorie des Tierkörpers also, können *Tubularia mesembryanthemum* sogar an ihren aboralen Enden Polypen bilden.

1. Ich unterstützte, aus einem *Tubularia*stamm herausgeschnittene Stücke in solcher Weise, daß beide Enden von Wasser umspült wurden. Dazu wurden sie in den Maschen eines langen Drahtnetzes aufgehängt oder in den Löchern einer Metallplatte, die zu diesem Zwecke im Aquarium aufgestellt worden war.

Polypen wurden nun sowohl am oralen, wie am aboralen Ende gebildet, so daß der Stamm an beiden Enden in einen Kopf endete. Nebestehende Figur stellt ein solches Tier in zweifacher Vergrößerung dar. *ab* ist das aus der alten *Tubularia* herausgeschnittene Stück. Polypen waren an beiden Enden gebildet und der Stamm wuchs an beiden Enden in die Länge; *ae* und *bd* sind die neuen Stücke, welche nach der Bildung der Polypen gebildet sind.

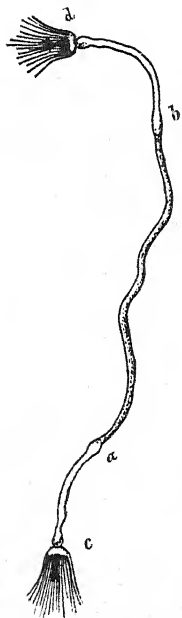


Fig. 27. *Tubularia mesembryanthemum* (nach LOEB). Ein Exemplar, das zwei Polypen regeneriert hat. *ab* ist das aus dem alten *Tubularia*exemplare herausgeschnittene Stammstück. *ae* und *bd* sind die neuen Stammstücke, welche nach der Bildung der Polypen herangewachsen sind.

In dieser Weise konnte ich zu jeder Zeit, jede gewünschte Zahl von derartigen zweiköpfigen Tieren bilden. Ich werde von jetzt an solche Tiere mit dem Namen biorale Tiere andeuten.

Ich möchte besonders betonen, daß ein solches Tier während seines ganzen Lebens bioral bleibt. Bekanntlich geht bei einem normalen Tiere der orale Polyp nach einiger Zeit verloren und wird ein neuer alsbald an seiner Stelle gebildet. Bei den bioralen Tieren findet ein konstantes Blühen, Abwerfen und Wiedererscheinen von Polypen

statt, nicht nur am oralen, sondern auch am aboralen Ende, und zwar während der ganzen Lebensdauer des Tieres.

2. Ich war also imstande, nicht nur willkürlich die Entwicklung eines Kopfes an jedem der beiden Enden des Stammstückes zu verursachen, sondern auch willkürlich die Bildung eines Kopfes einfach dadurch zu verhindern, daß ich die betreffenden Pole in den Sand steckte. Wenn einer der Pole, welcher einige Zeit im Sande steckte, und an welchem also Kopfbildung verhindert war, herausgezogen wird, so daß er wiederum allseitig von Wasser umspült wird, kann ein Kopf an diesem Ende gebildet werden. Wenn ein Tier nur mit einer sehr dünnen Sandschicht bedeckt wird, bildet es trotzdem einen Polypen, welcher sich zwischen den Sandkörnern hindurch arbeitet, in der Weise wie der Keimling einer Pflanze, durch eine dünne Erdschicht hindurch wächst.

Einer der Pole eines Stammstückes wurde zwischen zwei aufeinander gelegte mittels dünnen Gummistreifen zusammengehaltene Objektträger geführt. Nadeln wurden zwischen beiden Objektträgern befestigt und das eine Ende des Tubulariastammes wurde in den so gebildeten keilförmigen Raum gelegt. In dieser Weise war es einem geringen Druck ausgesetzt. An diesem leicht gedrückten Teile wurde kein Polyp gebildet, wie lange der Versuch auch fortgesetzt wurde, während am anderen, nicht gedrückten und allseitig von Wasser umspülten Ende innerhalb normaler Zeitdauer ein Polyp sich bildet.

Wenn das Stück von den Objektträgern befreit wurde, entwickelte sich in vielen Fällen ein Polyp an jenem Ende, das vorher gedrückt war. Daß Licht zur Polypenbildung nicht nötig war, wurde dadurch bewiesen, daß Tubulariastücke auch in verdunkelten Gefäßen neue Polypen bilden können. Die beschriebenen Experimente wurden in wohl durchlüfteten Aquarien gemacht.

4. Wenn die Polypen und Wurzeln von langen Stammstücken unserer Tubulariaart abgeschnitten werden, zeigt sich, daß die neuen Polypen immer ein, zwei oder drei Tage früher am oralen als am aboralen Ende gebildet werden. Ich glaube daß die Ursache dieses Phänomens, welches als eine Hinweisung auf Polarität gedeutet werden könnte, darin liegt, daß lange Stammstücke ein größeres Lumen am oralen, als am aboralen Ende besitzen, denn, wenn ich kürzere Stücke aus dem mittleren Teile solcher langen Stämme herauschnitt, welche keine Verschiedenheit in der Weite des Lumens zeigten, wurde ein Polyp öfters früher am aboralen als am oralen Ende gebildet.

5. Die Größe des gebildeten Polypen hängt ebenfalls zu einem gewissen Grade von dem Stammdurchmesser am abgeschnittenem Ende ab. Wenn der Diameter sehr gering war, war der Polyp sehr klein, war der Diameter groß, so war auch der Polyp größer.

6. Man könnte vermuten, daß neben den bis jetzt berücksichtigten mechanischen Faktoren auch noch ein physiologischer Faktor eine Rolle spielen könnte. Man könnte sich denken, daß die Substanz, aus welcher der Polyp gebildet wird, in größerer Menge am oralen als am aboralen Pole vorhanden ist.

Um diesen Punkt zu untersuchen wählte ich eine größere Anzahl sehr langer Tubulariastämme, welche nahe an den Wurzeln abgeschnitten waren, und an deren abgeschnittenen Enden sich Polypen gebildet hatten. Ich schnitt diese Stücke der Quere nach durch und kultivierte die oralen und aboralen Enden in verschiedenen Bechern. Falls die polyp-

bildende Substanz ungleichmäßig im Stamme verteilt war, sollte die eine Serie von Stückchen schneller Polypen bilden als die andere. Dies war nie der Fall; aber — wie wieder beobachtet wurde — jeder Teil bildete schneller einen Polypen am oralen, als am aboralen Pole, trotzdem diese Differenz öfters nur einen halben Tag oder weniger betrug.

7. Während es mir stets gelang — mit günstigem Material, und mit günstigen äußeren Bedingungen für das Experiment — einen Kopf am aboralen Stammende sich bilden zu lassen; gelang es mir bis jetzt nicht eine Wurzel am aboralen Ende hervorzurufen. — In späteren Versuchen werde ich danach streben die Bedingungen zu finden, unter welchen das Tier an beiden Polen mit eben solcher Sicherheit Wurzeln bilden wird wie es nun Polypen bildet. Aus den soeben mitgeteilten Versuchen kann ich nur schließen, daß die Polypenbildung bei *Tubularia mesembryanthemum* viel leichter verursacht werden kann als die Wurzelbildung.

Wie wir sehen, sprechen die Tatsachen der Heteromorphose, welche wir bei *Bryopsis* und *Tubularia* kennen lernten, keineswegs für die SPENCERSche Auffassung, daß die physiologischen Units die inhärente Eigenschaft besitzen sich immer in gleicher Weise anzuordnen, vielmehr sehen wir, daß deren Anordnung von äußeren Reizen abhängt.

Auch in der nichtregenerativen Entwicklung sahen wir dies in klarster Weise in unserem Kapitel über die Veränderungsmöglichkeit des Individuums; wir sahen daß die Form der Tiere und Pflanzen statt — wie es SPENCER will — die Folge eines inhärentem Anordnungsbestrebens der physiologischen Units zu sein, ein Biomorphos ist, eine Zwangsform, welche eine Funktion der Summe aller, während der Entwicklung einwirkender Reize ist.

Dies ist ebenfalls richtig für die normalen Regenerationserscheinungen auf welche SPENCER seine Auffassungen basiert.

Der Einfluß von Reizen ist keineswegs auf so niedrige Organismen wie *Bryopsis* und *Tubularia* beschränkt. HERBST (1899) zeigte, daß wenn bei Crustaceen das Auge mitsamt des optischen Ganglions entfernt wird, eine Antenne an Stelle des Auges entsteht, während wenn nur das Auge fortgeschnitten wird, ein Auge regeneriert wird. Die Anwesenheit oder Abwesenheit des optischen Ganglions bestimmt also ob Regeneration oder Heteromorphose stattfinden wird.

Wir sehen also, daß SPENCERS Auffassung von der Heredität nicht richtig sein kann, weil die Form eines Tieres keineswegs die Folge eines inhärenten Anordnungsbestrebens der physiologischen Units ist.

Eine in mancher Hinsicht bessere Hypothese wurde im Jahre 1868 von DARWIN aufgestellt. Es ist, die, wie er sie selber bezeichnete

Provisional Hypothesis of Pangenesis,

welche er in seinen *Animals and Plants under Domestication*, Vol. II¹⁾ p. 349—399 publizierte.

Nach DARWIN darf man eigentlich nicht sagen, daß der ganze Organismus sich fortpflanzt, sondern jede Zelle des Organismus tut dies für sich. Nervenzellen machen also Nervenzellen, Knorpelzellen Knorpelzellen etc.

Dies tun sie dadurch, daß sie Keimchen absondern, welche Keimchen in die Fortpflanzungszellen gelangen.

1) 2^d Edition, London 1893, John Murray.

DARWIN gelangte zu dieser Auffassung durch die Beobachtung, daß die Zellen, welche den Körper zusammensetzen dennoch eine große Unabhängigkeit besitzen. Jede versucht einen möglichst großen Teil der vorhandenen Nahrung zu erhalten; eine einzige Zelle kann erkranken und sterben, während die übrigen weiter existieren.

Die Keimchen, welche jede Zelle, nach DARWINS Auffassung bilden kann, nennt er *Gemmulae*.

Diese *Gemmulae* sind unabhängige Keimchen, welche sich selbständig vermehren können, und dabei immer gleichwertige Nachkommen erzeugen. Sie werden aus den Zellen herausgestoßen und durch den ganzen Körper verbreitet.

Diese Keimchen besitzen die Macht embryonale Zellen zur Entwicklung in eine bestimmte Richtung zu zwingen; man könnte sagen, daß eine embryonale Zelle erst dann eine bestimmte Form annimmt, wenn sie von einem solchen Keimchen befruchtet wird. Je mehr Keimchen in sie gelangen, desto mehr Entwicklungsmöglichkeiten erhält die embryonale Zelle.

Um sie zur normalen Entwicklung zu befähigen, müssen die Fortpflanzungszellen demnach wenigstens ein Keimchen von jeder Zelle erhalten.

Die Fortpflanzungszellen enthalten demnach außer embryonalen Plasmas, eine Menge von Keimchen, welche je nach der Art der Keimchen, welche aktiv werden, die durch Teilung aus dieser Eizelle entstehenden Zellen zwingt eine spezielle Differenzierung zu erleiden.

Zwar müssen dann um das Bild der Art zu erhalten die Keimchen in derselben Reihenfolge einwirken, wie dies bei den Eltern geschah, aber Ausnahmen können vorkommen, während dies bei der SPENCERSchen Hypothese nicht der Fall war.

Nach DARWIN können nämlich einzelne Keimchen latent bleiben, wir könnten sagen zu faul sein zum Arbeiten, und also ihr Einwirkungsmoment entschlüpfen lassen, wodurch eine Störung oder wenigstens eine Veränderung eintritt.

Bei der Regeneration z. B. kann es geschehen, daß nicht alle Keimchen die Wunde erreichen können oder wenigstens nicht alle aktiv werden, wodurch etwas anderes entsteht als ursprünglich an der betreffenden Stelle vorhanden war.

Hybriden können natürlich mit DARWINS Hypothese, ebensogut wie mit der von SPENCER erklärt werden und DARWINS Hypothese kann überdies die Vererbung erworbener Eigenschaften erklären, da DARWIN annimmt, daß die Zellen während ihres ganzen Lebens solche Keimchen abscheiden können, welche dann ihren Weg nach den Fortpflanzungszellen finden können. Durch äußere Bedingungen modifizierte Zellen, werden nun auch modifizierte Keimchen absenden. Erreichen diese die Fortpflanzungszellen nicht, so wird die erworbene Eigenschaft nicht vererbt, erreichen sie sie wohl, so entsteht ein Kampf zwischen den neuen Keimchen und den bereits vorhandenen, früher von derselben Zelle abgesandten Keimchen, und hängt es vom Ausgang dieses Kampfes ab, ob die erworbene Eigenschaft vererbt wird oder nicht.

Keimchen können nicht nur jahrelang sondern sogar während vieler Generationen latent, schlafend bleiben. Dies erklärt das Auftreten von Atavismen. Das Keimchen, welches die wiederauftretende Eigenschaft verursacht ist vom betreffenden Ahnen überkommen, aber schlafend während vieler Generationen weiter getragen, plötzlich erwacht es, wird aktiv, und die Eigenschaft zeigt sich wieder.

Man sieht, daß nach DARWINS Auffassung, jede erbliche Eigenschaft an einen materiellen Träger, eine Gemmula, gebunden ist; jede Gemmula kann sich teilen, die Teilprodukte sind sowohl ihr wie einander vollkommen gleich; sie können latent bleiben oder aktiv werden und zwischen den aktiven von den beiden Eltern herrührenden Keimchen, kann ein Kampf entstehen, von dessen Ausgang es abhängt, welches Merkmal sichtbar wird.

Eine andere Auffassung wird von

NÄGELI

vertreten. Nach ihm besteht das Plasma einer jeglichen Zelle aus zwei verschiedenen Plasmaarten, aus Idioplasma und Ernährungsplasma. Nur das Idioplasma ist Träger erblicher Eigenschaften. Diese Idioplasmen der verschiedenen Körperzellen nun stehen miteinander dermaßen in Verbindung, daß das gesamte Idioplasma im Körper ein ununterbrochenes Netzwerk bildet.

Das Idioplasma hat einen sehr komplizierten Bau, es besteht nämlich aus einer großen Zahl von Anlagen. Sobald nun die Ontogenese beginnt, fängt die erste dieser Anlagen zu wirken an. Dadurch entsteht Wachstum und wird die erste Entwicklungsphase durchlaufen. Durch die jetzt auftretende Gleichgewichtsstörung wird die folgende Anlage gereizt und entsteht dort ein Wachstum, welches die nächste Entwicklungsphase verursacht. So treten sukzessive sämtliche Anlagen in Wirkung, bis die ganze Ontogenese vollendet ist.

Sowie DARWINS Gemmulae in derselben Reihenfolge auf die embryonale Substanz einwirken müssen, wie es bei der Entwicklung der Elternorganismen geschah, so muß Ähnliches beim NÄGELISCHEN Idioplasma geschehen, hier aber ist der Vorgang, in gewisser Hinsicht, leichter zu verstehen, da die Anlagen eine bestimmte unveränderliche Anordnung zeigen.

Die Anlagen sind in gewisser Hinsicht den Tasten eines Klaviers vergleichbar, welche von links nach rechts der Reihe nach angeschlagen, stets die gleiche Tonreihe hervorbringen werden.

Wird eine Taste fortwährend berührt, so klingt der entsprechende Ton weiter, wird eine der NÄGELISCHEN Anlagen fortwährend gereizt, so wird auch das entsprechende Organ fortwährend gebildet so wie z. B. die Blätter bei den immergrünen Gewächsen.

Als letzte der wichtigsten Hypothesen wollen wir die Auffassungen von

WEISMANN

behandeln. WEISMANN stellt die Erblichkeitsfrage wie folgt:

Wie können die Fortpflanzungszellen das Ganze reproduzieren, während die somatischen Zellen es in der Regel nicht vermögen? Weshalb kann aus der Eizelle eines Hundes, wohl ein Hund entstehen und nicht aus einer Hundenervenzelle?

Nach WEISMANN rührt dies daher, daß die Fortpflanzungszellen prinzipiell andere Dinge sind als die somatischen Zellen.

Die Zellteilungen, welche während der Ontogenese stattfinden sind nach WEISMANN nicht gleichwertig. Während das Keimplasma der Eizelle sämtliche erbliche Eigenschaften besitzt, trifft dies sogar nach einmal stattgefundener Zellteilung, für die beiden Tochterzellen nicht mehr zu. Das geht daraus hervor, daß bei der Entwicklung von Würmern

z. B. die eine Tochterzelle das Ektoderm, die andere das Entoderm liefert. Jede dieser Zellen besitzt noch eine Reihe von Eigenschaften, zahlreiche Zellenarten können noch aus ihr entstehen, aber jede folgende Teilung vermindert die Zahl der erblichen Eigenschaften der somatischen Zellen, so daß eine Nervenzelle lange nicht alle erblichen Eigenschaften des Organismus besitzt und also nicht mehr imstande ist, die Art zu reproduzieren.

Gewisse, aus der Teilung der Eizelle entstandene Zellen aber besitzen wohl sämtliche erbliche Eigenschaften, da ihnen ein kleiner Teil des Keimplasmas mit auf die Reise gegeben wird. Diesen übertragen sie dann auf ihre Nachkommen und aus diesen speziellen Zellengenerationen entstehen schließlich die Fortpflanzungszellen.

In der Weise besteht eine Kontinuität des Keimplasmas; das Keimplasma in den Fortpflanzungszellen eines jeden Individuums ist also ein Stückchen des Keimplasmas der Zygote aus welchem sich das betreffende Individuum entwickelte. Die Zellengenerationen, welche also das Keimplasma, in unverletzter Weise von der Zygote zu den Fortpflanzungszellen bringt, nennt WEISMANN die Keimbahnen.

Diese Keimbahnen brauchen keineswegs eine grade Linie zu bilden, sie können verzweigt sein und sogenannte Nebenkeimbahnen entstehen lassen. Ihre Zellen brauchen sich nicht in sichtbarer Weise von den somatischen Zellen zu unterscheiden, und so ist es möglich, daß die Epidermiszellen von Begoniablättern zu neuen Individuen auswachsen; sie enthalten einiges Keimplasma, sind also versteckte Nebenkeimbahnen. Eine rein somatische Zelle kann nie einem neuen Lebewesen das Dasein geben, weil sie kein Keimplasma enthält.

Deswegen können auch, nach WEISMANN, erworbene Eigenschaften nicht vererbt werden, da sie nur auf Modifikationen des Somaplasmas beruhen und nur Modifikationen des Keimplasmas vererbt werden können.

WEISMANN'S Theorie würde also ohne weiteres aufgegeben werden müssen, wenn es sich nachweisen liesse daß keine ungleichwertigen Zellteilungen existieren und es also keinen prinzipiellen Unterschied zwischen somatischen und Keimbahnen gäbe, in dem Falle würde es sogar keine Keimbahnen im WEISMANN'Schen Sinne geben.

Siebente Vorlesung.

Erblichkeit (Fortsetzung).

Einfluß der Entdeckung der Kerne auf die Erblichkeitstheorien, p. 84. BOVERIS Larven mit nur väterlichen Eigenschaften, p. 84. Kernteilung, p. 85. Chromatin als Träger erblicher Eigenschaften, p. 85. X- und 2 X-Generation, p. 87. Numerische Reduktion der Chromosome im Gonotokonten, p. 88. Zusammenkunft und Trennung zwischen mütterlichen und väterlichen Chromosomen, p. 89. Gleichwertige und ungleichwertige Zellteilung, p. 92. WEISMANN'S Iden, p. 94. Determinanten, p. 94. Biophoren, p. 94. Die Erfahrung der Botaniker, daß jede Zelle des Pflanzenkörpers imstande ist die Art zu reproduzieren, spricht gegen WEISMANN'S ungleiche Teilungen, p. 93. DE VRIES' intrazelluläre Pangenesis, p. 96. Keine morphologische Stütze dafür, p. 98.

Wie wir sehen, werden materielle Träger der erblichen Eigenschaften bei allen Erblichkeitstheorien angenommen, am detailliertesten

ausgearbeitet bei DARWIN; alle nehmen an, daß diese im Plasma liegen, aber niemand nimmt bis jetzt einen bestimmten morphologischen Teil des Plasmas als Träger dieser Eigenschaften an. DARWINS Gemmulae, SPENCERS physiologische Units sind unsichtbar.

Dies rührt daher, daß man zu jenen Zeiten noch meinte, daß das Essentielle der Befruchtung in der Vereinigung zweier Zellen, zweier Plasmamassen also bestehe.

Darauf nahm FLEMMING seine berühmten Kernuntersuchungen in Angriff, und nun stellte sich alsbald heraus, daß das Essentielle der Befruchtung nicht in der Vereinigung zweier Zellen, sondern in der zweier Kerne bestand.

Je deutlicher dies wurde, desto mehr es auf der Hand lag, den Kern als den eigentlichen Träger der erblichen Eigenschaften zu betrachten. Ich will nun nicht länger die streng-historische Reihenfolge inne halten, sondern gleich mitteilen, daß der Beweis für diese Auffassung durch BOVERIS berühmte Versuche mit Seeigeleiern erbracht worden ist.

Für die Entwicklung eines Seeigeleies ist eine Verschmelzung mit einem Spermatozoon nicht gerade notwendig. Eine Veränderung im osmotischen Druck des Seewassers ist ein genügender Reiz, um Entwicklung zu verursachen. Das so entstandene Tier hat selbstverständlich nur mütterliche Eigenschaften, oder wenigstens nur Eigenschaften der Art, zu welcher die Mutter gehört.

BOVERI folgerte nun: daß falls der Kern wirklich der eigentliche Träger erblicher Eigenschaften sei, und falls er aus einem solchen Ei den weiblichen Kern entfernen und an dessen Stelle einen männlichen Kern einer anderen Art bringen, und dann das jetzt nur einen väterlichen Kern besitzende Ei durch irgend einen Reiz zur Entwicklung bringen könnte, das daraus entstandene Tier ausschließlich väterliche Eigenschaften besitzen müsse.

Der schwierige Versuch gelang, und das Tier zeigte in der Tat nur väterliche Eigenschaften trotzdem sämtliches Plasma von der Mutter herrührte. Das Plasma ist also nur Baustoff und der Kern der Baumeister, welcher bestimmt, welcher Organismus daraus gebildet werden wird, so wie ein Baumeister im täglichen Leben aus einem Haufen Steine ein Haus oder einen Abfuhrkanal bilden wird.

Selbstverständlich sind also die Schicksale der Kerne von größtem Interesse für den Forscher, welcher sich mit Hereditäterscheinungen beschäftigt.

Wir wissen, daß während des ganzen Lebens eines Organismus nie ein Kern von neuem gebildet wird, sondern daß alle in jenem Wesen vorhandenen Kerne durch Teilung des Eikernes entstanden sind.

Wir sahen soeben, daß der Kern der Träger der erblichen Eigenschaften ist, und da wir wissen, daß, in großen Zügen, nicht nur die Kinder den Eltern, sondern auch die Enkel den Großeltern gleich sind, folgt daraus, daß die Eltern, die von den Großeltern erhaltenen Eigenschaften unverändert auf die Kinder übertragen müssen. Durch alle jene Teilungen hindurch, welche der Kern vom Ei, aus welchem das Individuum entstand, bis zum Moment, worauf dieses Fortpflanzungszellen bildet durchmacht, muß der Kern die erblichen Eigenschaften nicht nur aufbewahren, sondern auch allen nachfolgenden Kernen mitteilen.

Wissen wir nun wie dies geschieht?

Dazu ist es selbstverständlich unbedingt nötig, daß bei jeder Kernteilung dafür gesorgt wird, daß die Tochterkerne dem Mutterkern völlig gleich sind.

Besitzt der Mutterkern die Eigenschaften A, B, C, D etc., so müssen die Tochterkerne jene Eigenschaften ebenfalls besitzen. Falls diese Eigenschaften jede für sich im Kern an bestimmte Spezialträger gebunden sind, so muß nicht nur der Kern als Ganzes sorgfältig in zwei Stücke geteilt werden, sondern jeder dieser Spezialträger muß genau mitten durchgeschnitten werden.

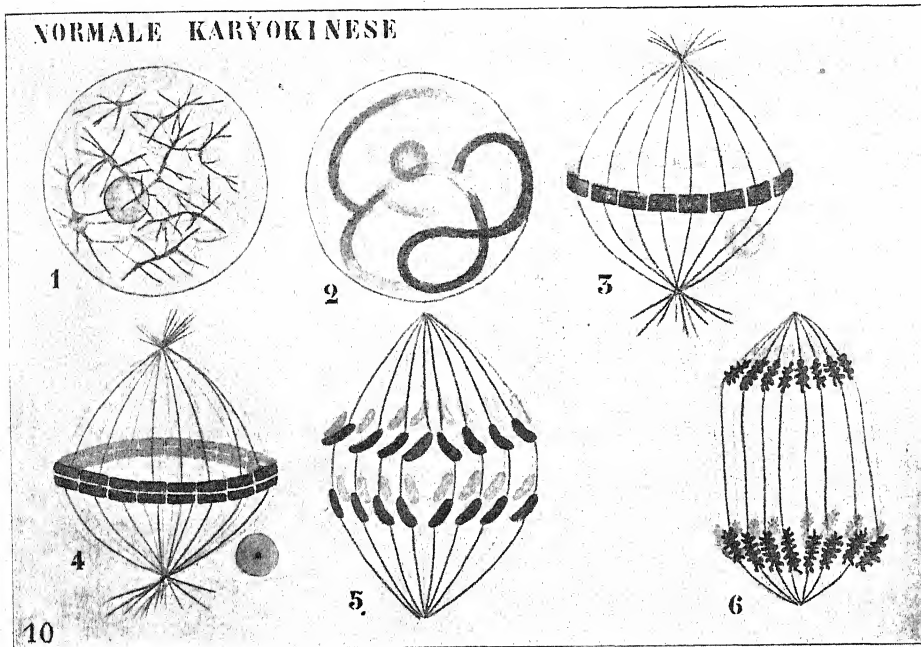


Fig. 28. **Schema der Kernteilung.** Die Figurenerklärung befindet sich im Text.

Wissen wir nun etwas von der Existenz solcher Träger? Bestimmt bejahend, dürfen wir diese Frage nicht beantworten, aber wenn wir im Nucleus, in jedem Nucleus eine Substanz antreffen, auf deren vollkommen genaue Verteilung über die Tochterkerne mit peinlichster Sorgfalt gewacht wird, so dürfen wir in diesen Umstand schon einen Fingerzeig erblicken, daß wir mit den Trägern der erblichen Eigenschaften zu tun haben. Kommen nun noch andere Umstände hinzu, wie z. B. ein besonderes Verhalten dieser Substanz bei der Fortpflanzung, so wird es mehr und mehr wahrscheinlich, daß wir in der Tat mit den Trägern der erblichen Eigenschaften zu tun haben.

Wir kennen nun in der Tat eine solche Substanz im Kern, es ist das sogenannte Chromatin.

Verfolgen wir also zunächst die Schicksale dieses Chromatins und sehen wir in welcher Weise die

Kernteilung

stattfindet. Besondere Dienste beim Studium dieser Teilungen haben verschiedene Farbstoffe erwiesen. Mittels dieser nämlich ist es möglich bestimmte Teile des Kernes in irgendwelcher Weise zu färben.

Nehmen wir z. B. ein Gemisch bestimmter blauer und roter Farbstoffe, so wird es sich herausstellen, daß einzelne Teile des Kernes eine Affinität für den blauen, andere für den roten Farbstoff zeigen und gewisse Teile demnach blau andere rot gefärbt werden.

Da stets dieselben Teile rot und dieselben blau gefärbt werden, deutet dies auf eine chemische Differenz zwischen beiden Arten von Körpern hin, eine Differenz welche sich übrigens auch auf anderem Wege nachweisen läßt, indem gewisse Teile des Kernes sich im Magensaft lösen, andere nicht.

Behandeln wir nun mit einem solchen Farbstoffgemisch den ruhenden nicht in Teilung begriffenen Kern einer höheren Pflanze (z. B. einer *Fritillaria*), so erhalten wir vorstehendes Bild (Fig. 28).

Der Kern ist ein runder Körper (Fig. 1), innerhalb welchem sich ein kleinerer, jetzt blau gefärbter Körper befindet, der sogenannte Nucleolus. Dieser Nucleolus ist eine mit Reservesubstanzen gefüllte Vakuole. Im eigentlichen Kernkörper erblicken wir unregelmäßig verteilte Stücke, welche sich rot färben: das sogenannte Chromatin. Die unregelmäßige Verteilung rührt daher, daß wir hier mit Verzweigungen oder genauer ausgedrückt mit Ausstülpungen von bestimmten Körpern von sogenannten Chromosomen zu tun haben. Fängt der Kern sich zu teilen an, so wird dieser Vorgang dadurch eingeleitet daß die Chromosomen zusammen einen Faden bilden (Fig. 2) den sogenannten Kernfaden. Dieser Kernfaden kommt dadurch zustande, daß die Chromosomen unter Einziehung ihrer Ausstülpungen sich Kopf an Schwanz legen. Dieser Kernfaden zerbricht später wieder in eine Anzahl von Stücken (Fig. 3) und es ist eine höchst eigentümliche Erscheinung, daß die Zahl der Stücke immer genau dieselbe ist, und zwar der Anzahl der Chromosomen aus welchen er gebildet wurde gleich ist. Mit anderen Worten: die Chromosomen haben während des Stadiums des Kernfadens ihre Individualität nicht verloren. Daß sie sich während dieser Periode nicht unterscheiden lassen, liegt einfach daran, daß sie so genau aufeinander paßten, daß die Grenze zwischen je zwei Chromosomen unsichtbar war.

Sobald nun der Kernfaden wieder in seine Chromosomen auseinander gefallen ist, ordnen sich diese alsbald zu einem Ring um den Äquator des Nucleus herum (Fig. 3). Bis jetzt ist der Nucleus intakt geblieben, aber nun fängt die Auflösung der Membran an und Plasmafäden treten durch Öffnungen an den Polen in den Kern hinein und legen sich an die Chromosomen an. Dann spaltet sich jedes Chromosom durch einen Längsschnitt (Fig. 4) in zwei gleiche Hälften; es findet also eine gleichwertige Teilung (Äquationsteilung) statt. Die so gebildeten halben Chromosome bewegen sich unter Verkürzung dieser Plasmastrahlen oder achromatischen Strahlen nach den Polen hin (Fig. 5) Dort angelangt, sieht man, daß sie schon wieder anfangen, Ausstülpungen zu treiben (Fig. 6), alsbald wird nun um jede Chromosomenmasse herum eine Membran gebildet und die jungen Nuclei sind fertig; die Chromosomen bilden längere Ausläufer und wir erhalten dasselbe Chromatinbild, von welchem wir bei Betrachtung des ruhenden Kernes ausgingen.

Wie man sieht, hat jeder der Tochterkerne genau die Längshälfte eines jeglichen Chromosoms erhalten.

Wird ein Chromosom stärker vergrößert, sehr stark, so sehen wir, daß es aus Scheibchen intensiv gefärbter Substanz besteht, welche dicht nebeneinander liegen, etwa in der Weise wie Gulden in einer Rolle solcher Geldstücke. Nimmt man nun an, daß ein jedes dieser Scheibchen



den Träger einer bestimmten Eigenschaft darstellt, so sehen wir, daß durch die Längsteilung des Chromosoms Sorge getragen wird, daß in jedem Tochterkern wenigstens ein Träger von jeder Eigenschaft, welche der Mutterkern besaß, vorhanden ist.

Wir sehen also, daß bei der Kernteilung dafür gesorgt wird, daß jeder Tochterkern dem Mutterkern völlig gleich ist.

Dies erklärt uns, wie es möglich ist, daß jede Zelle einer Pflanze alle Eigenschaften der Art erhalten kann, wie z. B. die Epidermiszelle des Begoniablattes, welche sich zu einer ganzen Pflanze entwickeln kann, und wir verstehen nun auch wie sich ungeschlechtlich fortpflanzende, d. h. nur durch Zellteilung sich vermehrende Lebewesen ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen übertragen können.

Es pflanzt sich aber nur ein kleiner Teil der Organismen ungeschlechtlich fort, bei weitaus dem größeren Teil haben wir mit einer geschlechtlichen Fortpflanzung zu tun. Wie verschieden die Art und Weise der geschlechtlichen Fortpflanzung auch sein möge, das Essentielle eines jeden Sexualitätsaktes liegt darin, daß die Kerne der Fortpflanzungszellen zweier verschiedener Individuen zusammen kommen, und daß also die Träger der Eigenschaften zweier Individuen sich vereinigen.

Dabei ist es nicht notwendig daß die beiden Kerne direkt miteinander verschmelzen, aber als eine notwendige Folge geschlechtlicher Fortpflanzung wird ein Zustand geboren, welcher bei der ungeschlechtlichen nicht vorhanden war, indem die Chromosomenzahl verdoppelt wird.

Enthalten die Fortpflanzungszellen je x -Chromosomen, so enthält der Körper des aus ihrer Vereinigung hervorgegangenen Wesens deren $2x$.

Bei allen sich geschlechtlich fortpflanzenden Lebewesen können wir demnach einen Generationswechsel beobachten, deren zwei Stadien wir im allgemeinen mit dem Namen x -Generation und $2x$ -Generation andeuten können. Dabei ist die relative Größe beider Generationen prinzipiell bedeutungslos. Bei niederen Algen kann die $2x$ -Generation auf eine einzige Zelle beschränkt sein, wie z. B. bei Oedogonium und ist die x -Generation die Hauptsache; bei den Farnen ist das Prothallium die x -Generation und die Farnpflanze die $2x$ -Generation, während bei den Säugetieren z. B. das Tier die $2x$ -Generation ist während die x -Generation auf eine einzige Zelle beschränkt ist, nämlich auf die Ei- oder Spermazelle.

Auf die uralte Frage der Philosophen: Was war zuerst da, das Huhn oder das Ei? kann der Naturforscher also mit vollem Rechte antworten: das Ei, denn darin befindet sich die einzige Zelle der ursprünglichen

Generation, der x -Generation, während das Huhn die $2x$ -Generation vorstellt.

Es wird Ihnen nun klar sein, daß die $2x$ -Generation nicht bis ins Unendliche bestehen bleiben kann; denn falls die von der $2x$ -Generation gebildeten Fortpflanzungszellen wiederum $2x$ -Chromosomen hätten, würde nach der Kopulation die Zygote $4x$ -Chromosomen enthalten, in der nächsten Generation $8x$ usw., so daß nach einer größeren Generationenzahl der Körper den vielen akkumulierten Chromosomen keinen Platz mehr bieten würde. In irgend einem Moment in der Entwicklung der $2x$ -Generation muß also eine Zelle gebildet werden, in welcher die Chromosomenzahl wieder zur ursprünglichen Anzahl der x -Generation zurückkehrt. Die Zelle, in welcher dies geschieht, habe ich (1904) den Gonotokonten genannt.

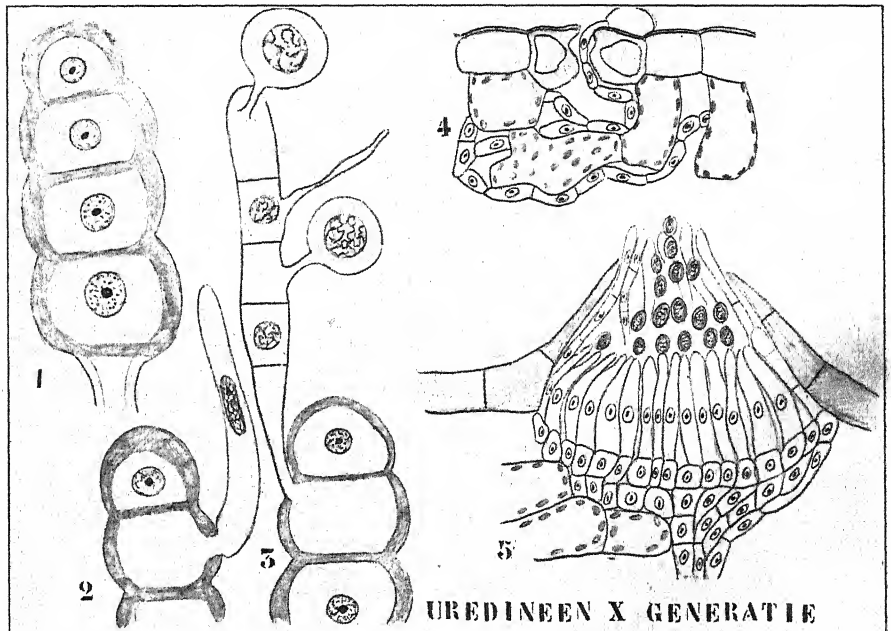


Fig. 29. **Uredineen** (nach BLACKMAN). Schematisiert. 1 Reife Teleutospore; 2 Anfang der Bildung eines Promyceliums; 3 Promycelium mit zwei Sporidien; 4 Keimende Sporidie und Bildung des uninukleären Mycels z. B. in einem Berberitzenblatte; 5 Spermatogonium.

Das Auftreten der geschlechtlichen Fortpflanzung hat also zu unabweislicher Folge das Auftreten eines Gonotokonten. Es war im Prinzip indifferent wann dieser sich bildete, ob Vater- und Mutterkern lang oder kurz zusammen blieben, trennen mußten sie sich schließlich doch: der Gonotokont mußte einmal gebildet werden.

Bei den niedrigern Organismen nun findet sofort nach der Kopulation die Trennung statt, d. h. die Zygote wird selbst zum Gonotokonten.

Bei den höhern aber bleiben Vater- und Mutterkern länger zusammen, es entsteht eine echte $2x$ -Generation; diesem längeren Zu-

sammenbleiben von Vater- und Mutterkern haben wir unsre individuelle Existenz zu verdanken.

Sehen wir jetzt einmal wie dieser eigenartige Rhythmus, die Zusammenkunft der elterlichen Kerne, ihr Verbleiben in diesem Zustande und ihre Trennung stattfindet. Wir können dabei verschiedene Fälle unterscheiden. Bei den Uredineen, einer Pilzfamilie, enthalten sämtliche Zellen der 2x-Generation während ihres ganzen Bestehens zwei Kerne, erst im allerletzten Moment ihrer Existenz wird ein Organ gebildet: die Teleutospore, in welchem diese Kerne miteinander verschmelzen, eine Vereinigung welche nur sehr kurz anhält, denn sie trennen sich alsbald wieder, die Teleutospore ist zum Gonotokonten geworden; und die dadurch gebildeten Zellen enthalten nur einen Kern, sie keimen zu Mycelien welche die x-Generation darstellen.

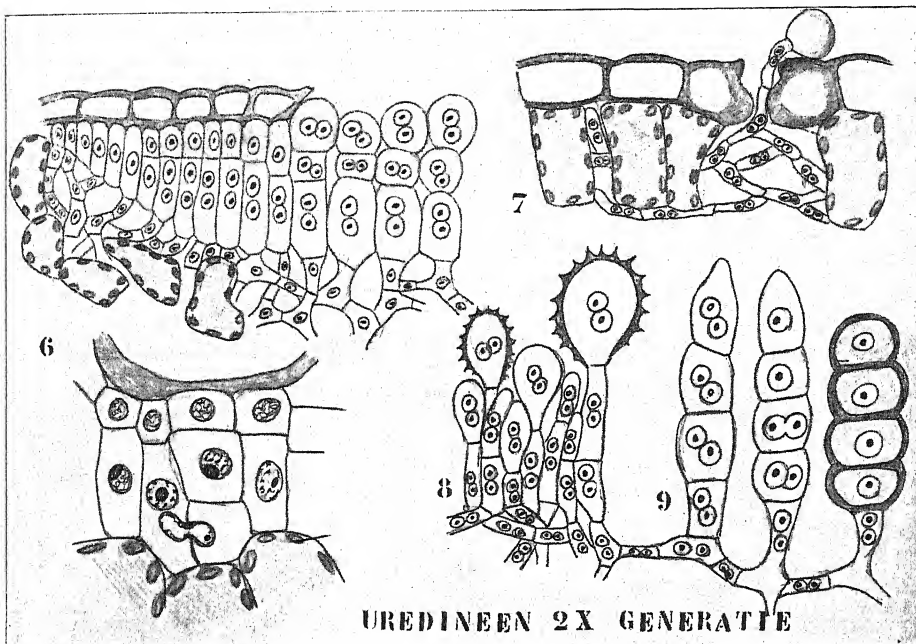


Fig. 30. **Uredineen** (nach BLACKMAN). Schematisiert. 6 Peripherischer Teil eines jungen Aecidiums z. B. auf der Berberitze. In der oberen Figur sind einige der fertilen Zellen bereits binukleär; in der unteren sieht man, wie die fertilen Zellen durch seitliche Kopulation binukleär werden; 7 Keimung einer Aecidiospore z. B. auf einem Grasblatte und Bildung des binukleären Mycels; 8 Uredosporen; 9 Junge (noch binukleäre) und alte uninukleäre Teleutosporen.

Ein anderes Beispiel liefert Cyclops. Im Ei ist natürlich der Eikern vorhanden; durch das eindringende Spermatozoon kommt der Spermakern hinzu und wird das Ei zweikernig. Dieser zweikernige Zustand bleibt auch während der jetzt folgenden, zum Aufbau des Körpers führenden Zellteilungen, fortbestehen und zwar wenigstens bis zur Bildung der Keimblätter, so daß wenigstens im ersten Lebensstadium Cyclops in jeder Zelle seines Körpers einen väterlichen und einen mütterlichen Kern enthält, welche sich auch selbständig teilen.

Bei weitaus den meisten Organismen ist dies aber nicht der Fall. Bei fast allen Organismen verschmelzen der männliche und der weibliche Kern direkt nach der Befruchtung und ist also auch die 2 x-Generation einkernig.

Aber, so höre ich Sie bereits fragen, wenn dem so ist, wie können dann die Kerne sich später wieder trennen und wie können unter jenen Umständen die Chromosomen ihre Individualität behalten?

Die Antwort ist recht einfach: die Verschmelzung ist nicht vollständig und gerade die essentiellen Teile der Kerne, die Chromosomen verschmelzen nicht miteinander. Verfolgen wir also die Schicksale der elterlichen Chromosomen, nach der Verschmelzung der Geschlechtsprodukte m. a. W. spüren wir nach wie sich die von unserem Vater und von unserer Mutter herrührenden Chromosomen in unserem Körper verhalten. Das Eigentümliche der Verschmelzung der Sexualkerne besteht darin, daß zwar die Kerne verschmelzen, die Chromosomen aber nicht. Diese reihen sich nur aneinander. Der Chromatinfaden, welchen wir bereits im Kern beobachteten, besteht also für die Hälfte aus väterlichen, für die Hälfte aus mütterlichen Chromosomen und zwar wahrscheinlich (GREGORY 1904) in solcher Weise angeordnet, daß je ein väterliches mit einem mütterlichen Chromosom abwechselt.

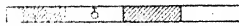


Fig. 31.

Greifen wir einen sehr einfachen Fall heraus: nehmen wir an, daß wir mit einem hypothetischen Wesen zu tun haben, das nur ein einziges Chromosom in seinen Fortpflanzungszellen enthält, so wird der Kernfaden der Zygoten aus einem väterlichen und einem mütterlichen Chromosom bestehen.

Die durch Teilung des Zygotenkernes entstehenden Kerne der 2 x-Generation werden dann in dieser Weise gebildet werden:

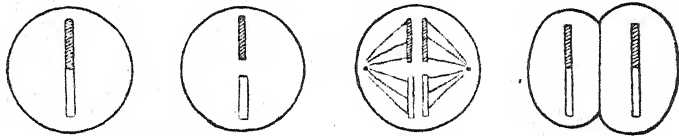


Fig. 32.

Wie man sieht eine vollkommen normale Karyokinese, bei welcher die Tochterkerne, sowie der Zygotenkern ein väterliches und ein mütterliches Chromosom enthalten.

Wie gelangen wir nun aber zum Stadium der x-Generation zurück oder m. a. W. wie werden Fortpflanzungszellen mit je nur einem Chromosom gebildet?

Man wußte bereits lange, daß die Zahl der Chromosomen in den aufeinander folgenden Zellengenerationen die gleiche bleibt; die Reduktion müßte also wohl kurz vor der Bildung der Fortpflanzungszellen stattfinden. Sowohl bei Tieren wie bei Pflanzen werden die Fortpflanzungszellen sozusagen in Paketchen von vier Stück abgeliefert, d. h. aus einer bestimmten Zellenart bilden sich vier Sexualzellen, oder vier Makro- resp. Mikrosporen. Ich bezeichne dieselben mit dem auf alle Fälle passenden Namen: Gonen.

Die bestimmte Zellenart, aus welcher die vier Gonen hervorgehen, trägt bei den verschiedenen Tier- und Pflanzengruppen sehr verschiedene

Namen, man redet z. B. von primärer Oocyte, primärer Spermatocyte, Makrosporenmutterzelle, Mikrosporenmutterzelle, welche letztere Bezeichnung überdies noch unrichtig ist, da man doch von Makrosporen- resp. Mikrosporengroßmutterzellen reden sollte. Ich habe wie bereits bemerkt diese Zellenart mit dem allgemeinen Namen: Gonotokont bezeichnet, eine Bezeichnung, welche, da auch STRASBURGER u. a. sie verwenden, sich wohl Bürgerrechte erwerben wird und welche ich, da sie die Diskussion vereinfacht, nochmals empfehlen möchte.

Der Gonotokont nun fiel schon dadurch auf, daß er eine längere Ruheperiode durchmachen kann, eine Ruheperiode, welche sogar viele Monate dauern kann, indem der Gonotokont wie z. B. bei vielen Farnen überwintert.

Der Gonotokont unseres hypothetischen Wesens nun, enthält ein väterliches und ein mütterliches Chromosom, und trotz dieser Übereinstimmung mit den Zellen der 2x-Generation, bemerken wir hier eine Ausnahme von der Regel, daß der Kernfaden in ebensoviel Stücke auseinander fällt als er zu seinem Aufbau gebraucht hat. Denn während der Kernfaden des Gonotokonten aus 2x-Chromosomen gebildet ist, fällt er nur in x-Stücke auseinander.

Die numerische Reduktion der Chromosomen findet also ganz plötzlich während der Ruheperiode des Gonotokonten statt.

Wie geschieht dies? Sind die Chromosomen in welche jetzt der Kernfaden auseinanderfällt wohl denen äquivalent, aus welchen er aufgebaut wurde?

Es fällt öfters sofort auf, daß die Chromosomen, zu welchen der Kernfaden zerbricht, viel dicker sind, als diejenigen, welche zu seinem Aufbau gedient haben und so liegt es auf der Hand zu vermuten, daß wir hier nur mit einer scheinbaren Reduktion der Chromosomenzahl zu tun haben, und daß die Täuschung dadurch verursacht wird, daß sich die Chromosomen seitlich, der Länge nach, aneinander legen. Dies ist in der Tat der Fall; die fraglichen Chromosomen bestehen faktisch aus zwei ursprünglichen Chromosomen, sind bivalent.

Im Gonotokonten begegnen wir also zu Anfang der Ruheperiode univalenten am Ende derselben bivalenten Chromosomen.

Wir wollen den Fall für die Spermatozoenbildung eines höheren Tieres einmal verfolgen. Wir sehen dann im Gonotokonten zunächst ein univalentes, später ein bivalentes Stadium. Hernach wird das bivalente Chromosom, so gut wie bei der normalen Karyokinese der Länge nach gespalten (Fig. 33 u. 34, p. 92). Die Spaltung ist nur deutlich sichtbar wenn man das Chromosom von der Endfläche betrachtet; man sieht dann das sogenannte Tetradenstadium. Die Spaltungsprodukte werden bei der jetzt stattfindenden Zellteilung auseinander gezogen, so daß jede Zelle wieder ein bivalentes Chromosom enthält (das Dyadenstadium umstehender Fig. 34). Bis jetzt sind also das väterliche und das mütterliche Chromosom zusammen geblieben, bei der jetzt unmittelbar folgenden Zellteilung findet die Trennung statt, indem diese Zellteilung in einer Ebene senkrecht zu der der vorangehenden stattfindet. In dieser Weise entstehen vier Zellen, deren jede nur ein Chromosom enthält und zwar entweder ein väterliches oder ein mütterliches. Es ist mir nicht möglich Ihnen sämtliche Beobachtungen mitzuteilen, welche für diese Auffassung sprechen, einige davon werden in meiner Arbeit in der Flora von 1904 erörtert, indirekte, aber höchst wichtige Stützen

für diese Auffassung werden wir später bei der Behandlung der Bastardierungslehre kennen lernen.

Betrachten wir jetzt den Einfluß der an der Kernteilung gewonnenen Resultate auf die besprochenen Vererbungstheorien, so zeigt sich, daß durch den Nachweis, daß die Träger der erblichen Eigenschaften im Kern angetroffen werden, NÄGELIS Auffassung unhaltbar wird; denn da zwischen den Kernen der verschiedenen Körperzellen keinerlei Verbindung besteht, ist die Anwesenheit eines ununterbrochenen Idioplasmanetzes ausgeschlossen.

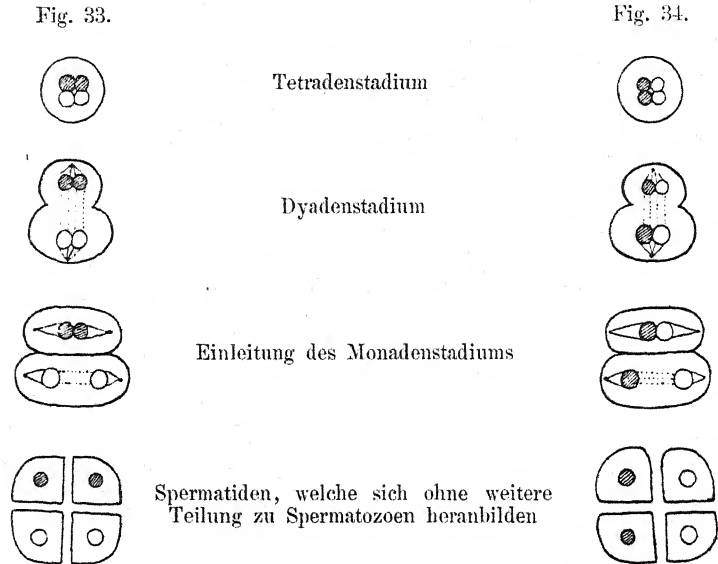


Fig. 33 und 34. **Schematische Darstellung der Spermatozoenbildung eines höheren Tieres.** Die väterlichen Chromosomen weiß, die mütterlichen schraffiert. In Fig. 33 wird angenommen, daß bereits im Dyadenstadium väterliche und mütterliche Chromosomen getrennt werden; in Fig. 34 wird die Trennung bis zur nächsten Teilung hinausgeschoben; das Resultat ist in beiden hypothetisch möglichen Fällen dasselbe.

Der essentielle Teil von WEISMANN'S Theorie: die Kontinuität des Keimplasmas wird nicht angegriffen, im Gegenteil bestätigt. Die vom Vater und von der Mutter erhaltenen Chromosomen leisten sich während der ganzen Entwicklung des Kindes Gesellschaft, werden in den Fortpflanzungszellen wieder getrennt und auf die Enkel übertragen.

Hätte inzwischen auch nicht die geringste Veränderung stattgefunden, so müßten die Enkel den Großeltern völlig gleich sein. Da dies nicht der Fall ist nimmt DE VRIES (1903) an — dies sei, hier schon mitgeteilt — daß während des bivalenten Chromosomenstadiums im Gonotokonten Träger väterlicher und mütterlicher Eigenschaften gegeneinander ausgewechselt werden.

Aber in bezug auf ungleichwertige Zellteilungen, wodurch die somatischen Zellen stets weniger und weniger Eigenschaften erhalten würden, und dadurch die Fähigkeit zur Reproduktion der Art einbüßen würden, finden wir in den Tatsachen keine Stütze.

Vielmehr geht daraus das Gegenteil hervor: alle Zellen erhalten, da die Kernteilungen vollkommen gleichwertig sind, alle Eigenschaften

der Art und müssen demnach potentiell imstande sein, die Art zu reproduzieren.

Bei Pflanzen läßt sich diese Potenz öfters realisieren, z. B. die aus Begoniablättern, aus Gallen, aus Calluswucherungen entstehenden Pflanzen; bei den höheren Tieren hat das Unvermögen wohl in anderen Umständen als Mangel an erblichen Eigenschaften seinen Grund.

WEISMANNs ursprüngliche Auffassung, daß schon die erste Teilung des Eies eine ungleichwertige sei, ist schon lange durch viele Beobachtungen widerlegt. Ich erinnere nur an die Beobachtung von LOEB an *Arbacia*-eiern (l. c., p. 332), und will seine Schlußfolgerungen, für soweit sie mit unserer Frage zu tun haben, hier wörtlich wiedergeben:

„If, therefore, one of the cells from the eight-cell stage is no longer able to develop into an entire embryo, this is to be attributed to the fact, as shown by my experiments, that the amount of material present in one cell in this stage does not suffice to form a pluteus. Besides this, of course, a differentiation might have occurred in the cells. I have made experiments which show that this can not be the case to a sufficient extent to interfere with the development. Fertilized eggs of *Arbacia* were kept in normal seawater until they reached the eight-sixteen-and thirty-two-cell stages, when the eggs were put into water which had been diluted to a sufficient extent. The membrane burst, and a portion of the egg contents flowed out, as in the case of the unfertilized egg, only with this difference, that in this case the extraovate consisted of a larger number of cells. Nevertheless the result was the same as in eggs which were made to burst before cleavage had begun. When the separated pieces were sufficiently large, greater than one eighth of the entire mass of the egg, they developed into a pluteus; when they were smaller than this, they reached only the gastrula or blastula stage. If a differentiation had occurred in the eight-cell stage, so that the individual cells could give rise only to certain tissues, organs, or regions of the body, we would expect that, when only about eight of the cells from an egg in the thirty-two cellstage were separated from the main mass, we should obtain only a conglomeration of different fragments of tissues, organs, etc. but not an entire embryo, which is, however not the case¹⁾.“

Befragen wir jetzt WEISMANNs letztes Buch, die Vorlesungen über Deszendenztheorie über diesen Punkt. Da zeigt sich, daß er seine ungleichwertigen Teilungen nicht aufgibt. Um Ihnen dies klar zu machen, muß ich Sie mit seiner gänzlich hypothetischen Auffassung von der feineren Struktur der Chromosomen bekannt machen.

Nach ihm bestehen die Chromosomen aus Scheibchen oder Kügelchen, welche nicht als Träger bestimmter Eigenschaften, sondern sämtlicher erblicher Eigenschaften zu betrachten sind. Diese Scheibchen nennt er *Ide*. Jedes *Id* ist also schon imstande, als Baumeister das Plasma der Eizelle umzubilden. Während wir also, in Ermangelung von Beweisen, nicht mehr behaupten wollen, als daß das gesamte Chromatin des Kerns der Träger der erblichen Eigenschaften ist, betrachtet WEISMANN die *Ide* als solche.

1) Ich darf aber nicht verschweigen, daß vor kurzem Untersuchungen über *Ascidien* erschienen sind, welche sich wohl mit der Auffassung erbungleicher Teilungen vereinigen lassen. Man vgl. E. G. CONKLIN im *Biol. Bulletin*, Vol. VIII, No. 4, March 1905 und im *Journal of experimental Zoology*, Vol. II, No. 2, May 1905. Eine allgemeine Erscheinung ist es aber wohl sicher nicht.

Jedes dieser Ide nun besteht wieder aus kleineren Teilchen: die Determinanten, nämlich Partikelchen, welche bestimmen, wie ein bestimmter Teil des Körpers sich entwickeln wird.

Von solchen Determinanten enthalten die Ide eine enorm große Zahl, wie aus WEISMANN'S Auffassung dieser Dinge hervorgeht. Eine weiße Haarlocke in der Mitte von braunen, wird von einem Determinanten verursacht, ein roter Fleck auf einem schwarzen Schmetterlingsflügel gleichfalls. Nach ihm gibt es gerade so viel Determinanten, als selbständige und erblich variable Regionen im Körper anwesend sind. Jeder dieser Determinanten soll nun wieder eine große Zahl von Biophoren enthalten. Jeder dieser Biophoren beherrscht nun wieder kleinere Teile des Körpers, als vom Determinanten beherrscht werden, und nun meint WEISMANN, daß, wenn auch der Idant (Fig. 35) sich vollkommen gleichwertig teilt, damit keineswegs gesagt ist, daß die Ide sich gleichwertig teilen, und daß also bei vollkommener Längsspaltung des Chromosoms (Idanten) dennoch bestimmten Zellen gewisse Determinantengruppen fehlen können, wodurch diese nicht länger sämtliche, sondern nur einige der erblichen Eigenschaften besitzen und sich also nicht mehr zu einem neuen Individuum entwickeln können.

Dem gegenüber läßt sich natürlich bei unseren jetzigen mangelhaften Kenntnissen nur sagen, daß wir eben von allen diesen Sachen, Determinanten, Biophoren etc. nichts sehen können, und es also reine Hypothesen sind. Allerdings kann man ebensowenig mit Sicherheit sagen, daß es keine solche Dinge gibt. Ich meinerseits bin aber vorläufig geneigt, in der genauen Längsteilung der Chromosomen ein hohes Maß von Wahrscheinlichkeit für die Nichtexistenz ungleicher Teilungen zu erblicken.

Die Resultate von ROUX, LOEB u. a., nach welchen die ersten Furchungszellen der Eier vieler Tiere imstande sind, einem ganzen vollständigen Tiere das Dasein zu geben, und die daraus gezogene Schlußfolgerung, daß also keine erbungleichen Teilungen stattgefunden haben, sucht WEISMANN dadurch zu entkräften, daß er jetzt annimmt, das zwar die ersten Teilungen gleichwertig sein können, später aber ungleichwertige auftreten.

Ich will seine diesbezügliche Auffassung hier vollständig wiedergeben. Auf p. 332/333 sagt er:

„Die Fähigkeit aus isolierten Furchungszellen ganze, nur entsprechend kleinere Embryonen hervorgehen zu lassen, ist bei Tieren verschiedener Gruppen nachgewiesen worden, und scheint nicht bei allen gleich weit zu reichen. Bei Medusen entwickelt sich nicht nur jede der zwei ersten Furchungszellen, wenn sie isoliert wird, zu einer ganzen

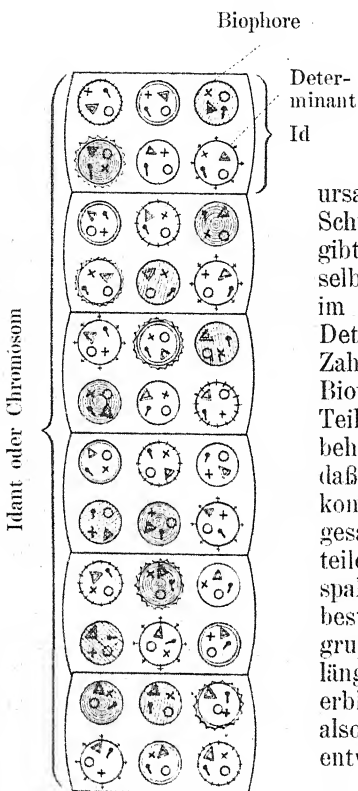


Fig. 35.

Larve, sondern auch jede der vier, acht, ja der 16 ersten Furchungszellen (Zoja); beim Seeigel wenigstens noch jede der acht ersten Zellen, und DRIESCHS Versuche mit Zerschneiden der jüngsten Larven des Blastulastadiums (einer einschichtigen Zellenkugel) lassen annehmen, daß jede dieser Zellen noch volles Keimplasma enthält. Weiter aber trennen sich offenbar die Anlagen in die des Ektoderms (und die des Entoderms), denn das folgende zweischichtige Stadium des Seeigels, die Gastrularlarve, ergänzt sich nicht mehr, wenn sie künstlich in Stücke zerteilt wird, welche nur aus Zellen der äußeren oder inneren Lage bestehen. Entsprechend diesem, von BARFOURTH ausgeführten Versuch, konnte SAMASSA am Froschei zeigen, daß schon nach der dritten Teilung des Eies die Furchungszellen so verschieden in ihren Anlagen sind, daß sie sich nicht gegenseitig zu ersetzen vermögen; tötete dieser Forscher durch Induktionsschläge die Ektodermzellen allein, oder die Entodermzellen allein, so konnte die getötete Hälfte nicht von der lebendig gebliebenen aus wieder ersetzt werden, und das ganze Ei ging zugrunde.

Sprechen schon diese Tatsachen für eine früher oder später eintretende Trennung der Anlagen, so ist das noch mehr der Fall bei Rippenquallen, Schnecken, Muscheln und Ringelwürmern, wie denn zuerst WILSON für letztere Gruppe wahrscheinlich machte, daß die Entwicklung hier wirklich eine „Mosaikarbeit“ sei, wie ROUX und ich es angenommen hatten. Darauf deuteten schon die älteren Beobachtungen von CHUN an Rippenquallen, und die neueren Experimente von FISCHER an denselben Tieren (Ctenophoren) beweisen es geradezu für diese Gruppe. Hier lassen sich vollständige Larven leicht von unvollständigen bloßen „Teilbildungen“ an der Zahl der charakteristischen Flimmerrippen erkennen, welche in meridionaler Richtung neben der Larve hinlaufen. Bei der vollständigen Larve sind ihrer acht, bei Larven, die aus einer der isolierten ersten zwei Blastomeren hervorgingen, finden sich nur vier, bei solchen, welche aus einer der vier ersten Blastomeren entstanden, nur zwei Flimmerrippen. Gelingt es, ein Ei, das sich auf dem Achtzellenstadium befindet, in einzelne Blastomeren zu teilen, so bildet sich aus einer derselben eine Achtcellarlarve mit nur einer Flimmerrippe. Selbst im darauffolgenden sechszehnzelligen Stadium ließ sich noch nachweisen, daß diese Substanz, auf welcher die Rippenbildung beruht, nur an bestimmten Stellen liegt und im ganzen immer nur zu acht Rippen ausreicht. Das Stadium von 16 Zellen besteht aus acht großen Zellen und acht kleinen, den „Makromeren“ und „Mikromeren“; zerschneidet man nun ein Ei dieses Stadiums derart, daß das eine Stück fünf Makromeren und fünf Mikromeren enthält, so bildet dasselbe auch fünf Flimmerrippen auf seiner Teillarve aus, während das andere Stück mit nur drei Makro- und drei Mikromeren nur drei Rippen hervorbringt. Man kann aber die Lokalisierung der Rippendeterminanten noch weiter verfolgen, denn bei Larven, bei welchen einzelne Mikromeren aus ihrer normalen Lage gebracht worden waren, trat auch eine Verschiebung der betreffenden Rippe und eine Zerstreuung ihrer Flimmerplättchen ein. Die Rippendeterminanten liegen also in den Mikromeren, woraus doch wohl geschlossen werden muß, daß sie bei der vorhergehenden Teilung nur der einen Tochterzelle zugeteilt wurden, während die andere, die Makromere, diese Art der Determinanten nicht erhielt. Da hätten wir also ein Beispiel erbungleicher Teilung.“

Meiner Ansicht nach keineswegs, höchstens könnte man daraus schließen, daß in einigen Zellen die Potenz zur Flimmerbildung reali-

siert wird, in anderen latent bleibt, unter Umständen, welche wir noch nicht kennen.

Gegen die ganze WEISMANNsche Auffassung der ungleichen Teilung spricht doch zu sehr die wohl von jedem Botaniker angenommene Auffassung, daß jede Zelle des Pflanzenkörpers unter günstigen Bedingungen instande ist die Art zu reproduzieren.

Ich glaube denn auch nicht, daß es einen prinzipiellen Unterschied zwischen Keimplasma und Somaplasma, im WEISMANNschen Sinne gibt; daß auch bei Somazellen höherer Tiere viele latente Eigenschaften vorkommen, welche nur selten und experimentell noch wohl gar nicht zur Entwicklung zu bringen sind geht aus vielen pathologischen Erscheinungen, wie z. B. der Bildung von Zähnen in Zysten usw. hervor. Aus dem Umstand also daß wir nicht alle Möglichkeiten einer Somazelle zur Entwicklung bringen können, auf die Abwesenheit der betreffenden Determinanten oder Anlagen zu schließen, scheint mir verfehlt.

Überhaupt ist mir die ganze Auffassung der Determinantenlehre, wenn ich es so ausdrücken darf zu starr. So sagt WEISMANN (S. 305): Das erste was notwendig erfüllt sein muß, damit eine Determinante eine Zelle oder Zellengruppe bestimmen kann, ist daß sie in dieselbe gelange; sie muß durch die zahlreichen Zellteilungen der Ontogenese hindurch so geleitet werden, daß sie schließlich in die Zellen zu liegen kommt, welche sie bestimmen soll. Dies setzt voraus, daß jede schon von Anfang an ihren bestimmten Platz im Verhältnis zu den anderen habe, daß also das Keimplasma nicht ein loser Haufen von Determinanten sei, sondern einen Bau, eine Architektur besitze, in welcher den einzelnen Determinanten bestimmte Stellen angewiesen sind. Dagegen bemerkt LOEB (l. c. II) S. 634:

The hereditary arrangement of organs in Hydroids is unequivocally determined by external circumstances, especially contact. A germ or larva of a Hydroid will form roots on one side only, namely the side where it touches solid bodies: on the opposite side where it touches seawater it will produce polyps or stems. The negative stereotropism of the latter or their positive heliotropism as in the case of Eudendrium will cause them to continue growing away from the solid body into the sea-water. WEISMANN is therefore wrong in assuming that the hereditary arrangement of the organs in Hydroids is due to a definite arrangement of the elements in the germ.

Wir kommen nachher noch auf WEISMANNs Auffassungen, wenn wir die Theorien nach DARWIN behandeln zurück: für den Moment genügt es zu betonen, daß die Tatsachen uns nicht zu der Annahme einer Existenz von ungleichwertigen Teilungen zwingen.

Verlassen wir also vorläufig WEISMANNs Theorie, und sehen wir inwieweit DARWINs Pangenesis infolge der Entdeckung, daß die Kerne die Träger der erblichen Eigenschaften sind, modifiziert werden muß.

Es ergibt sich dann, daß ein Transport von DARWINs Gemmulae von den verschiedenen Zellen nach den Fortpflanzungszellen hin nicht mehr nötig ist, in der Weise, wie DARWIN sich solches vorstellte¹⁾; es ist viel einfacher sich die Kerne als die Vehikel jener Pangene vorzustellen.

In dieser Verbesserung der DARWINschen Hypothese liegt denn auch der wichtigste Vorzug von

DE VRIES' intrazellulärer Pangenesis.

1) Höchstens noch für die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Betrachten wir also diese Hypothese etwas näher:

DE VRIES nimmt an, daß das Plasma, die lebende Substanz also, aus einer Anzahl kleiner selbständigen Teilchen bestehe; diese nennt er Pangene. Diese Pangene sind lebendige Teilchen, sie befinden sich in einer leblosen Nährlösung welche aus Eiweißsubstanzen, Zucker etc. besteht, und können sich selbständig durch gleichwertige Teilung vermehren. So gelangt DE VRIES zu seiner Hypothese der panmeristischen Zellteilung, zu der Auffassung, daß die Zelle aus einer größeren Zahl unabhängiger Einheiten besteht, welche sich jede für sich teilen. Einer rein phantastischen Hypothese abgeneigt und doch nicht imstande den direkten Beweis für die Existenz der Pangene zu erbringen, versucht DE VRIES dies in indirekter Weise zu tun, indem er nachweist, daß in der Zelle verschiedene Teile, Organe, wenn man will, vorhanden sind, welche sich ganz unabhängig vermehren und sich neu bilden.

Welche sichtbaren Organe treffen wir nun in der Zelle an? Es sind z. B. bei grünen Pflanzen Kern, Chloroplasten, Vakuolen und ALTMANNsche Granula vorhanden. Während man früher meinte, daß Kerne sich neu bilden können, zeigte FLEMMING das Unhaltbare dieser Meinung; während man früher annahm, daß die Stärke sich an einem x-beliebigen Punkt des Plasmas bilden könnte, wurde durch SCHMITZ (1882) und hauptsächlich durch SCHIMPER (1884) nachgewiesen, daß dies nicht der Fall ist, daß diese Bildung nur in Chloroplasten oder verwandten Bildungen stattfindet, und daß diese Chromatophoren — wie man sie kollektiv nennt — sich nur durch Teilung bereits vorhandener bilden können.

Während man vor DE VRIES' Publikationen über diesen Gegenstand meinte, daß an jeder beliebigen Stelle des Protoplasmas eine Vakuole d. h. eine mit Zellsaft gefüllte Blase entstehen könnte, wies DE VRIES nach, daß um ein solches Zellsafttröpfchen herum immer eine Membran anwesend ist, die Vakuolenwand, welche er mit dem Namen Tonoplast bezeichnet und es ist seiner Auffassung nach, der Zellsaft gerade so gut ein Produkt des Tonoplasten wie die Stärke des Chloroplasten. Zum Schluß versuchten DE VRIES und WENT (1890) den Nachweis zu erbringen, daß die Tonoplasten sich nie neu bilden können, sondern sich nur durch Teilung vermehren. So kann man schließlich annehmen, daß die ALTMANNschen Granula sich ebenfalls durch Teilung vermehren und wäre es dann recht plausibel für die kleinsten unsichtbaren Teilchen, für die Pangene Ähnliches zu vermuten.

Was ist nun in dieser Anschauung der Zellstruktur richtig, was nicht?

Die Kerne vermehren sich in der Tat ausschließlich durch Teilung und werden nie neugebildet. An diesem nie sich Neubilden der Chloroplasten fangen einzelne bereits an zu zweifeln, aber wie dem auch sei, großer Wert kann diesen Organen für unsere Zwecke nicht zugesprochen werden, da sie nur Bestandteile einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Zellenarten sind und ihr Auftreten, phylogenetisch vielleicht auf einer Symbiose mit Algenzellen beruht. Die Tonoplastentheorie ist durch PFEFFERS (1890) bekannte Untersuchungen über die Neubildung von Vakuolen in Myxomycetenplasmodien umgestoßen und es steht schon lange fest, daß ein großer Teil der als ALTMANNsche Granula betrachteten Dinge Nahrungspartikelchen sind. Man sieht also, daß der Versuch einen morphologischen Boden für die Existenz der Pangene zu gewinnen mißlungen ist. Ob DE VRIES' Pangene wirklich bestehen

oder nicht, ihre morphologische Basis ist um nichts besser als die der WEISMANNschen Determinanten oder Biophoren.

Wie kommen nun DE VRIES' Pangen, falls sie in der Tat existieren, was sehr gut möglich ist, in das Plasma?

Nach DE VRIES ist die Zahl der für das Tragen sämtlicher erblichen Eigenschaften benötigten Pangene nun nicht so übermäßig groß. So wie man mit 26 Buchstaben eine unendliche Zahl sehr verschiedener Bücher schreiben kann, indem man sie in verschiedener Weise kombiniert, so kann man mittels verschiedener Kombination einer verhältnismäßig geringen Pangenenzahl recht verschiedene Plasmaarten zusammenstellen. Darin liegt zweifellos das Anziehende der DE VRIESschen Hypothese.

Nach DE VRIES enthalten nur die Kerne einen vollständigen Pangenensatz, während in das Plasma nur diejenigen Pangene hinübergehen, welche die betreffende Zelle braucht.

Diese Auffassung des Austretens der notwendigen Pangene aus dem Kern, in die Zelle, ist gewiß ein großer Vorzug vor WEISMANNs Theorie der ungleichen Teilungen.

Denn dieses Austreten vermindert keineswegs die erblichen Qualitäten des Kernes, indem nach DE VRIES' Auffassung der ganze Pangenensatz des Kernes komplett bleibt und die Zelle also potentiell das Vermögen die Art zu reproduzieren behält.

Falls nämlich eine gewisse Anzahl Pangene aus dem Kern heraustreten wollen, teilen sie sich vorher und treten nur die Hälften der betreffenden Pangen heraus und können sich dann im Plasma vermehren.

Zur Bildung einer gewissen Anzahl von Chloroplasten in einer Zelle z. B. ist es also nur nötig, daß ein halbes Chloroplastenpangen aus dem Kern austritt.

Wie man sieht ist die DE VRIESsche Hypothese eine große Vereinfachung von DARWINs Auffassung, sie erklärt aber nicht, wie diese, die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Fassen wir nun unsere Betrachtungen zusammen, so dürfen wir den Nachweis des Kernes als den Träger der erblichen Eigenschaften zumal durch BOVERIS Versuche mit Seeigeleiern als bewiesen erachten, und die Theorie, daß das Chromatin der spezielle Träger ist, für höchstwahrscheinlich halten.

Hieraus schlossen wir, daß bei der Bildung der Fortpflanzungszellen bei den der 2x-Generation angehörenden Wesen, eine Trennung zwischen väterlichen und mütterlichen Chromosomen stattfindet.

Ist es nun möglich für diese Auffassung in weiteren Tatsachen eine Stütze zu finden?

Meiner Ansicht nach, ja, und zwar in den MENDELSchen Hybriden. Bevor ich zu ihrer Betrachtung übergehe, sei es mir gestattet Ihnen einiges aus seinem Leben mitzuteilen.

Achte Vorlesung.

Erblichkeit (zweite Fortsetzung).

GREGOR JOHANN MENDEL. MENDELS Monohybriden, p. 100. Spaltungsgesetz, p. 101. Hybride Pflanzen bilden keine hybriden Fortpflanzungszellen, sondern Fortpflanzungszellen, welche z. T. denen des Vaters, z. T. denen der Mutter gleich sind, p. 102. MENDELS Versuche als Stütze für die Trennung der elterlichen Chromosome im Gonotokonten, p. 104. Dihybriden, p. 105. Polyhybriden, p. 108. Substanztausch zwischen den elterlichen Chromosomen im Gonotokonten in DE VRIES'schem Sinne, p. 110. Doppelsalze als Analogon, p. 112. Unreinheiten bei der Spaltung, p. 113. BATESON und SAUNDERS Nomenklatur bei spaltenden Hybriden, p. 113. Unterschied zwischen Reinzucht Rezessiven und extrahierten Rezessiven, p. 114. Atavismen bei Kreuzungen, p. 115. Einfluß der Ahnen weißer Mäuse, p. 115. Pleiotypie in F_1 , p. 115. Synthese eines „Walnut-Comb“, p. 115. Lassen sich die an Hybriden gewonnenen Resultate ohne weiteres auf die normale Vererbung bei Individuen einer Sippe übertragen? p. 116. PEARSONS Theorie der reinen Gamete ohne Rücksicht auf Dominieren oder Rezessivsein, p. 117.

GREGOR JOHANN MENDEL

wurde am 22. Juli 1822 in Heinzendorf bei Odrau im Österreichischen Schlesien geboren. Er war der Sohn behäbiger Bauern. Im Jahre 1843 trat er als Novitius in das „Königinkloster“ der Augustiner in Altbrunn ein, und wurde in 1847 zum Geistlichen geweiht. Von 1851 bis 1853 finden wir ihn als Student der Physik und der Naturgeschichte an der Wiener Universität, von wo er in letztgenanntem Jahre in sein Kloster zurückkehrte und als Lehrer der Naturwissenschaften an der Brünner Realschule angestellt wurde.

Hier verblieb er 14 Jahre, bis er im Jahre 1868 zum Prälaten seines Klosters ernannt wurde. Inzwischen — während seiner Lehrtätigkeit — erschien DARWIN'S Theorie und diese verfehlte nicht auch auf MENDEL ihren Einfluß auszuüben. Während die meisten Naturforscher, sich auf DARWIN'S Resultate stützend, mehr oder weniger kühne Hypothesen aufbauten, stellte MENDEL eine große Versuchsreihe an, mit dem Zwecke, die neue Theorie an dem Experiment zu prüfen.

In dieser Zeit trat er wie zumal aus der jüngst von CORRENS veröffentlichten Korrespondenz hervorgeht, mit NÄGELI in Verbindung. Auch in der Gedenkrede im Jahre 1902 bei der feierlichen Einsetzung eines Gedenksteines in seinem Geburtshaus, sagte sein Neffe, daß MENDEL seine Hybridisierungsversuche nach den Weisungen NÄGELIS eingerichtet habe. Dies ist weniger richtig; aus obengenannter Korrespondenz geht hervor, daß MENDEL sich erst nach Beendigung seiner Hauptversuche an NÄGELI wandte, und daß diesem offenbar die Wichtigkeit der erhaltenen Resultate entging.

In aller Stille arbeitete MENDEL acht Jahre lang und erst nachdem er 10 000 Kreuzungsversuche durchgeführt hatte, trat er mit seinen Resultaten in die Öffentlichkeit, mit einem Aufsatz: „Versuche über Pflanzenhybriden“, eine Arbeit, welche trotz ihrer ungeheueren Verdienste jahrzehntelang unbeachtet blieb.

Das Ende von MENDELS Leben war traurig. Man hatte im Jahre 1872 in Österreich eine Religionssteuer eingeführt, nach welcher MENDELS Kloster jährlich 5000 Gulden aufbringen mußte. Von der Ungerechtigkeit dieser Steuer überzeugt, verweigerte MENDEL die Zahlung

und bestritt die Gesetzlichkeit dieser Steuer. Im Anfang von den meisten Klöstern unterstützt, blieb MENDEL zuletzt der einzige, welcher in der Monarchie den Streit fortführte.

Trotzdem die Regierung die Macht besaß ihn zu zwingen, war es dieser unangenehm, daß ein Mann wie MENDEL, der mit Recht als österreichischer Patriot galt und das Kommandeurkreuz des Franz-Joseph-Ordens trug, fortfuhr, sich zu widersetzen. Man suchte deswegen mit ihm zu unterhandeln. Sein Biograph schildert dies folgendermaßen:

„Man schickte, um ihn umzustimmen, Kanzlei- und Regierungsräte zu ihm — umsonst; man bot ihm im Falle der Unterwerfung Berufung ins Herrenhaus und sonstige Würden an — erst recht umsonst; man drohte mit Gewaltmaßregeln und führte sie auch teilweise durch — vergebens, ja man dachte sogar an Amtsentsetzung und Kuratelstellung — alles umsonst, alles vergebens: GREGOR MENDEL blieb unerschütterlich; er widerstand allen Verlockungen und Drohungen und er sagte nur: Ich habe beim Antritt der Prälatenwürde meinen Mitbrüdern geschworen, das Klostervermögen intakt zu erhalten; ich tue dies; ich kämpfe unentwegt; Recht muß Recht bleiben; dieses Gesetz aber ist ungerecht.“

Mir ist die Österreichische Geschichte in dieser Hinsicht unbekannt, wodurch es mir unmöglich ist zu entscheiden, ob MENDEL recht oder unrecht hatte, aber zweifellos geziemt uns nur Ehrfurcht vor dem Mann, der so verteidigte, was er als recht zu erkennen meinte. — Für die Wissenschaft war dieser Streit ein großer Schlag, denn MENDELS Lust und Zeit zu weiteren Experimenten ging darin unter, sein Leben wurde durch den Kampf verwüstet, es endete im 62. Lebensjahre, wie sein Biograph schreibt: in „Mißmut, Aufruhr und Disharmonie“. Und dieser Verlust gehört zu den größten, welche die biologischen Wissenschaften erlitten haben, denn diesem Augustinermönch gebührt eine der ersten Stellen unter den großen Naturforschern.

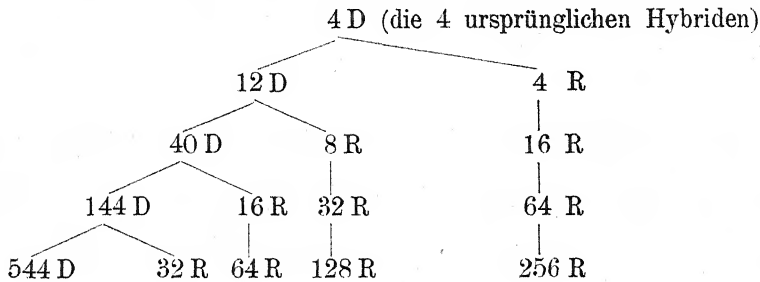
Sein Verdienst liegt in der zum erstenmal durchgeführten Untersuchung sämtlicher Nachkommen eines zu verschiedenen Varietäten gehörigen Elternpaares. Die errungenen Resultate sind Tatsachen von größter Bedeutung, welche aber in einer wenig verbreiteten Vereinschrift begraben blieben, bis sie im Jahre 1900 gleichzeitig von DE VRIES, CORRENS und TSCHERMAK von neuem entdeckt wurden. Es stellte sich dann heraus, daß sie, dessen unbewußt, nur MENDELS Versuche wiederholt hatten. Jammerschade, daß MENDEL diese Genugtuung nicht erlebt hat.

Ich will jetzt versuchen, Ihnen mittels eines einfachen Falles die Bedeutung von

MENDELS Kreuzungsversuchen

zu erklären. Bei der Kreuzung einer lateral blüentragenden Erbsenvarietät mit einer terminal blühenden stellte es sich heraus, daß, gleichviel ob man die eine oder die andere Pflanze als Vater oder Mutter benutzte, der erzielte Bastard ausschließlich laterale Blüten zeigte; kein einziges Exemplar produzierte terminale Blüten. In der Hybride zeigte sich also nur die Eigenschaft des lateralen Elters, die des terminalen war verschwunden, oder wie MENDEL dies ausdrückt: die laterale Eigenschaft dominiert, die terminale ist rezessiv. Kultiviert man nun die Hybride unter strengster Selbstbestäubung weiter, so tritt bereits in der nächsten Generation das rezessive Merkmal wieder auf. Trägt man nun Sorge, daß jede Pflanze, mag sie das dominierende oder das re-

zessive Merkmal zeigen, nur sich selbst befruchtet, so erhält man unter Annahme, daß von jeder Pflanze vier Samen geerntet und ausgesät werden und daß sämtliche Keimpflanzen zur Entwicklung gelangen, folgendes Schema, wobei D die Pflanzen mit dem dominierenden, R diejenigen mit dem rezessiven Merkmal bezeichnen.



Es zeigt sich also, daß in jeder Generation eine gewisse Pflanzenzahl abgespalten wird, welche wieder das rezessive Merkmal zeigt, daß also der eine Elter wieder in voller Reinheit auftritt.

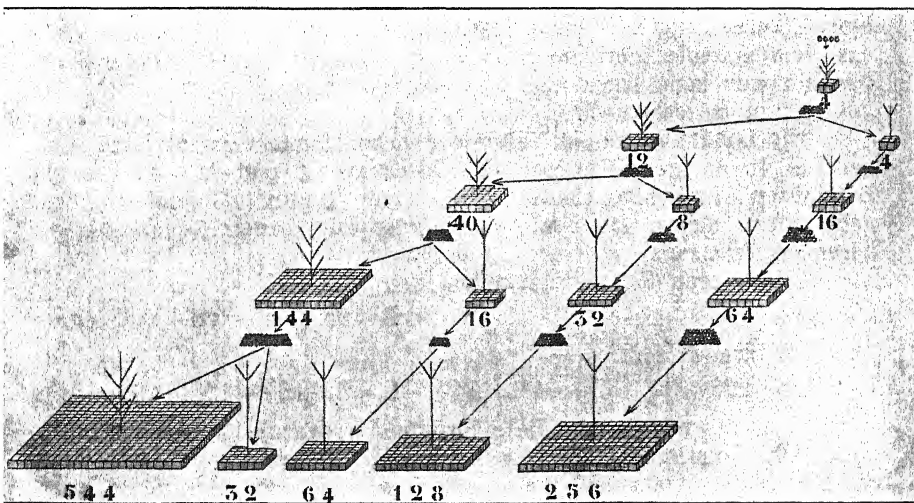


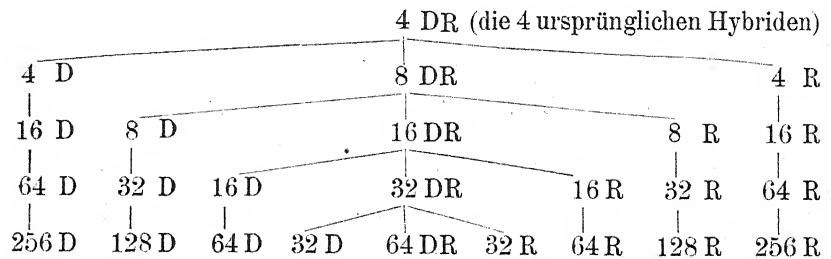
Fig. 36. Schema von Mendels ersten Versuchen.

Die Einseitigkeit der Erscheinung ist höchst sonderbar: Weshalb tritt, nach dem Aussäen der Hybriden, der eine Elter wieder gänzlich unverändert auf und bleibt bei Selbstbestäubung konstant, während diejenigen Pflanzen, welche ganz dem anderen Elter — dem dominierenden — ähnlich sind, sich nicht konstant züchten lassen, sondern in jeder Generation eine gewisse Zahl Rezessivisten abspalten?

Es lag auf der Hand zu meinen, daß auch der andere Elter vollkommen rein und konstant vorhanden sei, aber daß man denselben nicht erkennen könnte, weil diese rein dominierenden Pflanzen nicht von den Hybriden, welche ja auch das dominierende Merkmal zur Schau tragen, zu unterscheiden seien.

Ein sorgfältiges Studium der Nachkommen eines jeden Elters für sich, zeigte denn auch, daß dies in der Tat der Fall war. Unter den 12 dominierenden Pflanzen der ersten Generation, gab es vier, welche bei Selbstbestäubung sich konstant zeigten, und deren Nachkommen also in keiner Generation Rezessivisten abspalteten, während die acht übrigen hingegen, zwar dem dominierenden Elter vollkommen ähnlich waren, aber ihre hybridische Natur durch ihre Nachkommen verrieten.

Das ausgearbeitete Versuchsprotokoll ergab denn auch folgendes Resultat:



Die hybriden Pflanzen sind hier mit DR, die dominierenden mit D bezeichnet. Es ist nicht zu vergessen, daß beide Gruppen durch bloße Betrachtung nicht voneinander zu unterscheiden sind, da jede das dominierende Merkmal zur Schau trägt. Nur die Kenntnis ihrer Nachkommen kann entscheiden, ob eine betreffende Pflanze mit D oder mit DR zu bezeichnen ist.

Die DR-Reihe war im ersten Versuch dadurch versteckt geblieben, daß bei ihr das rezessive Merkmal unsichtbar ist, und daß sie also für D-Pflanzen angesehen wurden. Daß beide Resultate übereinstimmen, geht sofort hervor aus der Addition der zur letzten Generation gehörenden Pflanzen.

Im ersteren Fall wurde gefunden:

$$D = 544$$

$$R = 32 + 64 + 128 + 256 = 480$$

Im zweiten Fall:

$$D = 256 + 128 + 64 + 32 + 64^1) = 544 \quad R = 32 + 64 + 128 + 256 = 480$$

Wie lassen sich nun diese Resultate erklären? Wenn wir obenstehendes Versuchsprotokoll etwas genauer betrachten, sehen wir, daß die Hybriden — die DR-Pflanzen — sich in jeder Generation nach dieser Gleichung spalten:

$$1 D : 2 DR : 1 R.$$

So ergaben z. B. die vier ursprünglichen Hybriden 16 Pflanzen, von welchen 4 D, 8 DR, 4 R waren, also 1 D : 2 DR : 1 R.

Die Lösung dieser merkwürdigen Regelmäßigkeit fand MENDEL in der Annahme, daß die hybriden Pflanzen, nicht hybride Fortpflanzungszellen bilden, sondern reine Fortpflanzungszellen, und zwar in solcher Weise, daß die Hälfte der Eizellen denen der Vaterpflanze, die Hälfte denen der Mutterpflanze, die Hälfte der Pollenkörner denen der Vaterpflanze, die Hälfte denen der Mutterpflanze gleich waren. Eine

1) Es sind dies die 64 DR-Pflanzen dieser Generation, welche, da sie nur das dominierende Merkmal zur Schau tragen, beim ersten Versuch als D-Pflanzen gezählt wurden.

DR-Pflanze, welche also z. B. 1000 Eizellen oder Pollenkörner hervorbringt, würde nicht 1000 DR-Eizellen resp. Pollenkörner erzeugen, sondern $500 D + 500 R$.

Nimmt man nun an, daß alle Eizellen und Pollenkörner gleich leicht miteinander paaren, dann geschieht die Fortpflanzung der DR-Pflanzen bei Selbstbestäubung nach dieser Formel

$$(D + R)(D + R) = D^2 + 2 DR + R^2$$

und da das Quadrat der Eigenschaft, im Versuch ja nur die Eigenschaft bedeutet:

$$1 D + 2 DR + 1 R$$

oder eine Spaltung in der Proportion

$$1 D : 2 DR : R$$

was also mit dem durch das Experiment gefundenen Verhalten übereinstimmt.

Da man nun DR nicht von R unterscheiden kann, müssen die ersten Nachkommen der Hybriden zu 75 Proz. aus Dominanten, zu 25 Proz.¹⁾ aus Rezessivisten bestehen, was ebenfalls mit dem Gefundenen $12 D + 4 R$ übereinstimmt.

So war also bereits eine schöne Übereinstimmung zwischen der Theorie und dem Experiment erzielt, es gelang aber noch eine weitere Stütze zu gewinnen.

Falls doch die Auffassung, daß die Hybriden reine Fortpflanzungszellen bilden richtig ist, muß eine Kreuzung mit dem einen Elter ein anderes Resultat liefern als mit dem anderen Elter, denn:

$$(D + R) R \text{ gibt ein anderes Resultat wie } (D + R) D.$$

Kreuzt man die Hybriden mit dem Elter mit dem rezessiven Merkmal so erhält man theoretisch:

$$(D + R) R = DR + R^2$$

und da man bei DR den R-Faktor bei R das Quadrat nicht wahrnimmt muß man $1 D + 1 R$ finden d. h. 50 Proz. der Pflanzen muß dominieren, 50 Proz. rezessiv sein. Das Experiment zeigte, daß dies in der Tat der Fall war.

Kreuzt man dagegen die DR-Pflanzen mit dem dominierenden Elter so sollte man theoretisch $(D + R) D = D^2 + DR$ finden, oder da das R-Merkmal unsichtbar ist $1 D + 1 D$ das heißt 100 Proz. Dominanten erhalten.

Auch dies stimmt mit dem Experiment überein, man erhält in der Tat nur Dominanten, keinen einzigen Rezessivisten bei dieser Kreuzung.

Es geht also aus diesen Versuchen eine wunderbare Übereinstimmung mit unseren theoretischen Auseinandersetzungen über die Trennung väterlicher und mütterlicher Chromosomen bei der Bildung der Fortpflanzungszellen hervor. So daß man gradezu sagen kann:

daß bei den MENDELSchen Hybriden, in den Gonotokonten eine Trennung zwischen väterlichen und mütterlichen Chromosomen, die einzig mögliche Erklärung für das spätere Verhalten der gebildeten Fortpflanzungszellen darbietet.

1) Vgl. erstes Versuchsprotokoll, p. 101.

Will man in einfacher Weise zeigen, daß die Hybride in der Tat zweierlei Arten von Fortpflanzungszellen bildet, sowohl (und zwar oft) in derselben Blüte, wie in den verschiedenen Blüten derselben Pflanze, so wählt man dazu Fälle, in welchen die junge Pflanze schon sehr früh das betreffende Merkmal zeigt. Da der Embryo z. B. bei Erbsen den Samen ganz ausfüllt und die Samenhaut dünn ist, kann man dann bereits auf der Mutterpflanze den Einfluß der Kreuzung wahrnehmen.



Fig. 37.



Fig. 38.

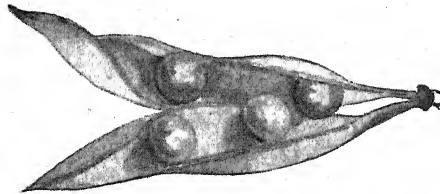


Fig. 39.

Einen solchen Fall erhält man bei der Kreuzung einer grünsamigen Erbsenpflanze mit einer gelbsamigen (Fig. 37 u. 38).

Nimmt man die grünsamige Pflanze als Mutterpflanze und die gelbsamige als Pollenpflanze, so werden die bestäubten Blüten, nicht grünsamige Schoten, sondern gelbsamige Schoten hervorbringen.

Sät man nun diese gelben Erbsen aus, so werden die daraus erwachsenden Pflanzen zum Teil Schoten hervorbringen mit grünen und gelben Erbsen in einer und derselben Schote, wovon ich Ihnen hier einen Fall vorzeige (Fig. 39).

Es beweist dies also, daß dieselbe Blüte sowohl väterliche wie mütterliche Eizellen als Pollenkörner hervorbringt¹⁾, was also wieder zeigt, daß bei der

Bildung der Fortpflanzungszellen eine Trennung zwischen den väterlichen und mütterlichen Chromosomen stattfindet.

Von besonderer Wichtigkeit für diese Frage wäre eine Kreuzung zweier Pflanzen, deren Chromosomenzahl verschieden ist. Dies ist bis jetzt noch nicht geschehen aber wohl untersuchte ROSENBERG die cytologischen Vorgänge bei einer wilden Hybride zwischen *Drosera rotundifolia* und *Drosera longifolia*. In den Zellen der betreffenden $2x$ -Generation enthält die eine dieser Pflanzen 40, die andere 20 Chromosomen, in den Fortpflanzungszellen also 20 resp. 10. Man müßte also erwarten, daß die Hybride in der $2x$ -Generation (hier besser $x + y$ -Generation genannt) 30 Chromosomen enthalten würde, wie in der Tat der Fall war.

Falls nun bei der Bildung der Fortpflanzungszellen in der Tat eine Trennung zwischen väterlichen und mütterlichen Chromosomen stattfindet, müßten Pollenkörner mit 10, andere mit 20 Chromosomen in den Antheren der hybriden Pflanze gefunden werden.

1) Denn es findet Selbstbestäubung statt.

Auch diese Voraussetzung traf zu; ich darf Ihnen aber nicht verschweigen, daß auch Pollenkörner mit 15 Chromosomen angetroffen wurden, aber ich möchte dies als eine Abnormalität auffassen, durch die entfernte Verwandtschaft der beiden Eltern — hier nicht Varietäten, sondern Arten — verursacht. Leider ist nichts über die Nachkommen dieser Hybriden bei Selbstbestäubung bekannt, diese kennen zu lernen wäre äußerst interessant.

Ich meine nach den soeben mitgeteilten Erfahrungen schließen zu dürfen, daß:

die MENDELSchen Hybriden unsere Auffassung stützen, daß in den Kernen des Körpers eines höheren Tieres oder einer höheren Pflanze, die Hälfte der Chromosome vom Vater, die andere Hälfte von der Mutter herrührt und daß diese sich bei der Bildung der Fortpflanzungszellen trennen, so daß die Hälfte der Fortpflanzungszellen (Gonen) nur väterliche, die andere nur mütterliche Chromosomen enthält.

Aber noch in anderer Hinsicht sind diese Hybriden von Wichtigkeit für die Lehre der Erblichkeit.

Wir sahen früher, daß diejenigen Vererbungstheorien, welche weiter gehen als die Annahme der Chromosomen als Träger der erblichen Eigenschaften sich auf ganz unsicheren, rein hypothetischen Boden begeben.

Dennoch fällt es auf, daß alle, welche diese Frage beschäftigt hat, organisierte materielle Träger für bestimmte Eigenschaften annahmen, daß eine starke Neigung herrscht anzunehmen, daß jede Eigenschaft einer Pflanze an einen bestimmten materiellen Träger gebunden ist. Wir sahen, daß ein morphologisch sichtbarer Beweis für diese Auffassung fehlt. Was denn, so dürfen wir wohl fragen, führte zu dieser Auffassung?

Ursprünglich wohl nur der Umstand, daß einander nahestehende Formen nicht in jeder Hinsicht verschieden zu sein brauchen, sondern daß die Verschiedenheit auf ein bestimmtes Merkmal beschränkt sein kann; weiter die Beobachtung, daß die verschiedenen Organe einer Pflanze unabhängig voneinander variieren können, aber an erster Stelle die Betrachtung der Hybriden. Manchem Züchter doch war es gelungen, diese Eigenschaft vom Vater jene von der Mutter zu nehmen und beide in der Hybride zu kombinieren, was offenbar unmöglich ist, wenn sämtliche Eigenschaften der Pflanzen ein untrennbares Ganzes bilden.

Diese Beobachtung läßt sich sehr gut mit obiger Auffassung, nach welcher in den Fortpflanzungszellen nur väterliche oder nur mütterliche Chromosomen anwesend sein sollen, vereinigen, denn man kann sich mit DE VRIES vorstellen, daß in den Chromosomen eine Anzahl materieller Träger bestimmter Eigenschaften anwesend sind, sogenannte Pangene, welche gegeneinander ausgetauscht werden.

Erlauben Sie mir, Ihnen bevor wir das mehr oder weniger Wahrscheinliche dieser Auffassung besprechen, einige Fälle der Kombination von väterlichen und mütterlichen Eigenschaften in den Hybriden vorzuführen.

Wir haben bis jetzt nur Hybriden zwischen in einem Merkmal verschiedenen Varietäten kennen gelernt, sogenannte Monohybriden, sehen wir jetzt einmal wie sich Hybriden zwischen in zwei Merkmalen verschiedenen Eltern verhalten, also sogenannte

Dihybriden.

Kreuzt man z. B. eine Erbsenart mit runden gelben Samen, mit einer mit viereckigen grünen Samen, dann wird die Hybride nur runde

gelbe Samen produzieren, und zeigen Versuche, bei strenger Selbstbestäubung durchgeführt, daß folgende Spaltungen stattfinden (Fig. 40).

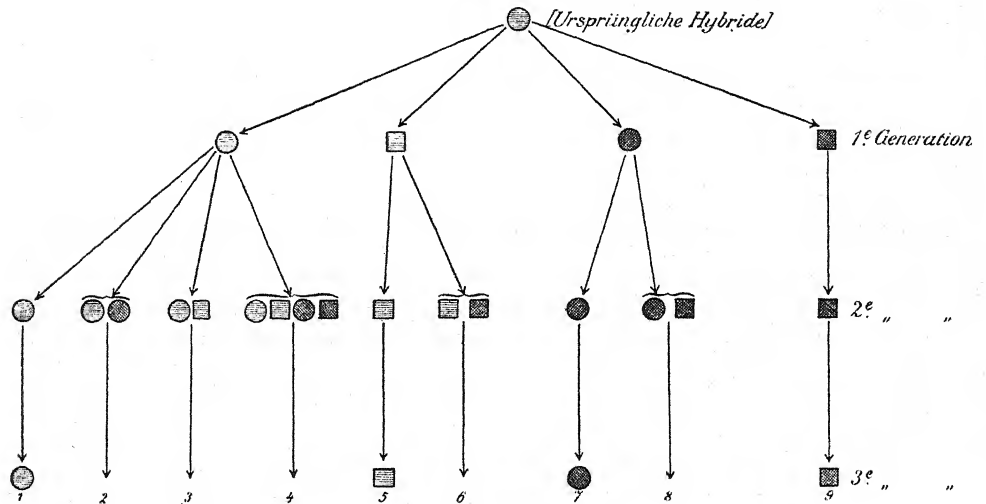


Fig. 40.

Schon in der ersten Generation der Hybriden treten neue Kombinationen von Merkmalen auf, schon dort finden wir gelbe viereckige und runde grüne Erbsen, aber erst in der dritten Generation sind diese konstant geworden: No. 5 ist eine Erbse mit gelben viereckigen, No. 7 eine solche mit runden grünen Erbsen.

Wir haben also hier in einer Hybride zwei Eigenschaften vereinigt, deren eine vom Vater, eine von der Mutter herrührt.

Wir sehen überdies, daß bei einer solchen Hybridisierung alle denkbaren Kombinationen zwischen Grün-viereckig und Gelb-rund vorkommen und es muß jetzt untersucht werden ob diese Eigenschaften wirklich unabhängig voneinander sind. Dazu muß man von folgendem Satz ausgehen:

Falls es richtig ist, daß die Eigenschaften eines Organismus unabhängig voneinander sind, muß ihre Verbindung in den Nachkommen der Bastarde nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung geschehen.

Trifft dies nun zu?

Betrachten wir zu diesem Zwecke MENDEL'S Versuch mit den Dihybriden etwas näher. Wir dürfen jetzt nicht länger die Zahlen, welche er bei seinen Versuchsserien erhielt vernachlässigen. Deuten wir, mit MENDEL, die Eigenschaften „rund“ mit A; „gelb“ mit B; „viereckig“ mit a; und „grün“ mit b an, so gibt folgende Tabelle eine Übersicht über die von ihm gewonnenen Versuchsergebnisse (Fig. 41).

Wir erhalten also neun verschiedene Formen, welche sich zweckmäßig folgenderweise anordnen lassen:

38 Pflanzen	AB	(I)	68 Pflanzen	aBb	(VI)		
35	„	Ab	(VII)	60	„	AaB	(III)
28	„	aB	(V)	67	„	Aab	(VIII)
30	„	ab	(IX)	138	„	AaBb	(IV)
65	„	ABb	(II)				

Diese Formen kann man unter drei verschiedene Gruppen bringen:
Die erste Gruppe mit den Bezeichnungen AB; Ab; aB und ab
(38) (35) (28) (30)

Innerhalb dieser Gruppe sind die Merkmale konstant und variieren in den nächstfolgenden Generationen nicht. Diese Gruppe wird im Mittel $\frac{38 + 35 + 28 + 30}{4} = \frac{131}{4}$ oder 33 mal angetroffen.

♀ $\begin{matrix} \text{A-rund} \\ \text{B-gelb} \end{matrix} \} \text{also AB}$

♂ $\begin{matrix} \text{a-viereckig} \\ \text{b-grün} \end{matrix} \} \text{also ab}$

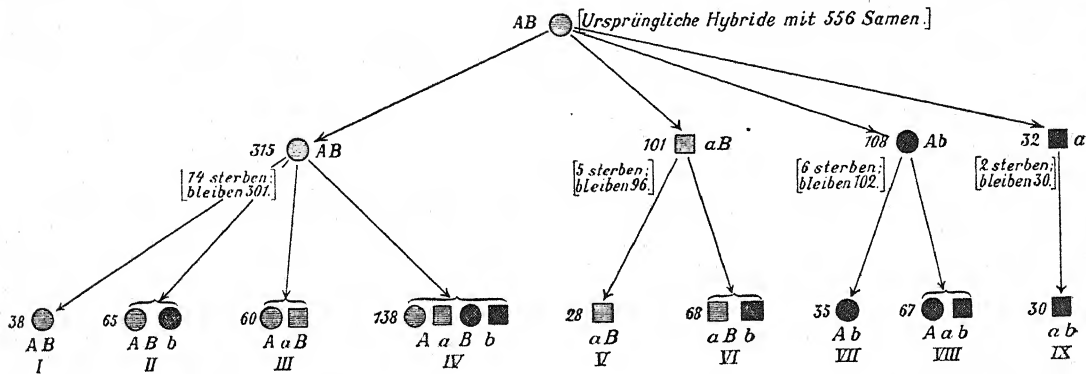


Fig. 41.

Die zweite Gruppe mit den Bezeichnungen: ABb; aBb; AaB; Aab
(65) (68) (60) (67)

Die Pflanzen dieser Gruppe sind in einem Merkmale konstant, im anderen hybrid; und variieren in den nächstfolgenden Generationen nur in bezug auf das hybride Merkmal. Diese Gruppe wird im Mittel 65 mal angetroffen.

Die dritte Gruppe mit der Bezeichnung AaBb.

Die Pflanzen dieser Gruppe sind in beiden Merkmalen hybrid und ihr Verhalten in bezug auf ihre Nachkommen ist genau dasselbe, wie die der Form, von welcher sie selbst abstammt.

Diese Gruppe wird 138 mal angetroffen.

Die drei Gruppen zeigen also in bezug auf einander folgende Zahlenverhältnisse:

33:65:138 oder 1:2:4.

Bringt man nun diese Zahlen in Rechnung, so sehen wir, daß die zweite Generation der Dihybriden aus neun Gliedern besteht, von welchem vier Glieder je einmal vorkommen (I, V, VIII, IX) nämlich 33 Exemplare im Mittel.

Diese Pflanzen sind in beiden Merkmalen konstant; die Formen AB (I) und ab (IX) sind den Stammvarietäten gleich; die beiden anderen V und VII zeigen die übrigen noch möglichen Kombinationen zwischen den Merkmalspaaren A, a; B, b.

Vier Glieder je zweimal vorkommen (II, III, VI und VIII) nämlich 65 Exemplare im Mittel.

Diese Pflanzen sind in einem Merkmal hybrid; im andren konstant. — Die Nachkommen von II und VI variieren nämlich in der Farbe, sind aber konstant in bezug auf die Form: II erzeugt nur runde, VI nur viereckige Nachkommen, während III und VIII Nachkommen produzieren von variierender Form aber von konstanter Farbe; III bildet nur gelbe; VIII nur grüne Nachkommen.

Ein Glied (IV) nur einmal vorkommt; im Durchschnitt in 138 Exemplaren.

Die Pflanzen dieser Gruppe sind in beiden Merkmalen hybrid.

Stellen wir nun die Zahlen, welche die relative Frequenz, mit welcher die verschiedenen Formen vorkommen, andeuten, vor die gefundenen Formen, so erhalten wir:

$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb$
und dies ist eine Kombination der Ausdrücke:

$$\begin{aligned} A + 2Aa + a \\ B + 2Bb + b \end{aligned}$$

denn

$$\begin{aligned} AB + 2AaB + aB + 2ABb + 4AaBb + 2aBb + Ab + 2Aab + ab = \\ AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb. \end{aligned}$$

Nun ist aber $A + 2Aa + a = (A + a)(A + a)$ wenn A das dominierende Merkmal bezeichnet, denn $(A + a)(A + a) = A^2 + 2Aa + a^2$, und da hier das Quadrat nicht in Betracht kommt $= A + 2Aa + a$ und $B + 2Bb + b = (B + b)(B + b)$, aus dem gleichen Grunde, wenn B das dominierende Merkmal bezeichnet.

Demnach sehen wir, daß die neun Glieder:

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb$$

die möglichen Kombinationen der Merkmale A, B und a, b, für A und B dominierend, a und b rezessiv darstellen.

MENDEL unternahm nun weitere Versuche mit Pflanzen, welche in drei Merkmalen verschieden waren und erhielt damit Resultate, welche mit der Kombination von

$$\begin{aligned} A + 2Aa + a \\ B + 2Bb + b \\ C + 2Cc + c \end{aligned}$$

übereinstimmen.

Entwickelt man diese Kombinationsreihe, so erhält man:

$$\begin{aligned} ABC + ABc + AbC + Abc + aBC + aBc + abC + abc + 2ABCc + \\ 2AbCc + 2aBCc + 2abCc + 2ABbC + 2ABbc + 2aBbC + 2aBbc + \\ 2AaBC + 2AaBc + 2AabC + 2Aabc + 4ABbCc + 4aBbCc + \\ 4AaBCc + 4AaBcc + 4AaBbC + 4AaBbc + 8AaBbCc. \end{aligned}$$

MENDEL zeigte nun, daß diese theoretisch abgeleiteten Möglichkeiten in der Tat bei Erbsen vorkommen.

Dazu kreuzte er eine ABC (Mutterpflanze) mit einer abc (Vaterpflanze), wobei

A = rund

a = eckig

B = gelbe Kotyledonen¹⁾

b = grüne Kotyledonen

C = braungraue Samenhaut

c = weiße Samenhaut.

¹⁾ MENDEL spricht von Endosperm, es sind aber die Kotyledonen, deren Farbe durch die Samenhaut hindurchschimmert.

An 639 in der zweiten Generation zur Entwicklung gelangten Nachkommen erhielt er nun folgende Zahlen:

I			II		
8 Pflanzen	ABC		22 Pflanzen	ABCc	
14	"	ABc	17	"	AbCc
9	"	AbC	25	"	aBCc
11	"	Abc	20	"	abCc
8	"	aBC	15	"	ABbC
10	"	aBc	18	"	ABbc
10	"	abC	19	"	aBbC
7	"	abc	24	"	aBbc
			14	"	AaBC
			18	"	AaBc
			20	"	AabC
			16	"	Aabc
III			IV		
45 Pflanzen	ABbCc		78 Pflanzen	AaBbCc	
36	"	aBbCc			
38	"	AaBCc			
40	"	AabCc			
49	"	AaBbC			
48	"	AaBbc			

Also 27 verschiedene Formen; davon sind 8 (Gruppe I) in allen Merkmalen konstant, und jede wird im Durchschnitt 10 mal angetroffen; 12 (Gruppe II) in zwei Merkmalen konstant, im dritten hybrid, jede kommt im Mittel 19 mal vor; 6 (Gruppe III) in einem Merkmal konstant, in den beiden anderen hybrid, jede wird durchschnittlich 43 mal angetroffen und eine (Gruppe IV) kommt 78 mal vor und ist in sämtlichen drei Eigenschaften hybrid.

Die so erhaltenen Frequenzzahlen 10:19:43:78 kommen den theoretisch verlangten 10:20:40:80 oder 1:2:4:8 so nahe, daß letztere zweifellos die richtigen sind und also auch hier das theoretisch verlangte Resultat erhalten wurde.

Jetzt kann man für alle ähnlichen Fälle, d. h. für alle MENDELschen Hybriden, das Resultat voraussagen:

Denn, wenn n die Zahl der charakteristischen Verschiedenheiten zwischen den beiden Eltern angibt, wird 3^n die Zahl der Glieder der Kombinationsreihe bezeichnen und 2^n die Zahl der konstanten Verbindungen.

Es geht dies direkt aus dem zuletzt erwähnten Versuche hervor. Wir kreuzten zwei Pflanzen welche in drei Merkmalen verschieden waren, und mußten also eine Kombinationsreihe von $3^3 = 27$ Gliedern, und $2^3 = 8$ konstanten Formen finden. Wir sahen ja, daß dies wirklich der Fall war.

Wir können also im voraus sagen, daß beim Kreuzen von mendelnden Pflanzen, welche in vier Merkmalen verschieden sind, die Kombinationsreihe aus $3^4 = 81$ Gliedern, unter welchen $2^4 = 16$ Konstante, bestehen wird.

Selbstverständlich ist das systematische Durchführen solcher Versuche äußerst beschwerlich, sobald eine große Anzahl von Verschiedenheiten zwischen den Eltern besteht. Bereits das Durchsetzen des Versuches mit den drei verschiedenen Merkmalen war äußerst schwierig.

Um aber zu eruieren, ob eine Pflanze mendelt oder nicht, ist es nicht nötig die ganze Versuchsreihe durchzuführen, es genügt festzustellen, ob die theoretisch verlangte Zahl konstanter Formen wirklich in den Kulturen auftritt.

Kreuzt man also Pflanzen, welche in vier Merkmalen verschieden sind, und erhält man dabei $2^4 = 16$ konstante Formen, so kann man sagen, daß die Pflanze mendelt.

Es folgt aus der Unabhängigkeit der Merkmale, daß man durch wiederholte Kreuzung, die konstanten Merkmale, bei verschiedenen Formen irgend einer Sippe vorhanden, zu allen nach der Wahrscheinlichkeitslehre möglichen Kombinationen verbinden kann.

So trifft man bei Erbsen sieben verschiedene konstante Merkmalspaare an:

1. Samen, eckig oder rund;
2. Kotyledonen, gelb oder grün;
3. Samenhaut, weiß oder braun;
4. Schote, glatt oder eingeschnürt;
5. unreife Schote, gelb oder grün;
6. Blüten, lateral oder terminal;
7. Stengel, lang oder kurz.

Falls also obenstehender Satz richtig ist, muß man $2^7 = 128$ konstante Kombinationen erzeugen können und MENDEL zeigte, daß dies in der Tat der Fall ist.

Wir sahen bei den Monohybriden, daß die Fortpflanzungszellen derselben denen der Eltern gleich sind und zwar im Verhältnis 1:1, daß also die eine Hälfte denen der Mutter, die andere denen des Vaters gleich ist.

Seine an Di-, Tri- und Polyhybriden gewonnenen Erfahrungen führten MENDEL zum Aufstellen des folgenden Satzes:

Im Gynäceum der Hybriden werden ebenso viel verschiedene Eizellen, und in deren Antheren ebenso viel verschiedene Pollenkörner¹⁾ gebildet als **konstante** Kombinationsformen möglich sind.

Auf den ersten Blick ist dies im Widerspruch mit unserer früheren Auffassung, nach welcher von den im Gonotokonten gebildeten Gonen, die eine Hälfte nur väterliche, die andere nur mütterliche Chromosomen enthalten sollte. Es ist dies aber nur scheinbar.

Greifen wir eine Hybride heraus, deren Stammeltern in drei Eigenschaften verschieden waren, z. B. den bereits oben von uns besprochenen Fall mit den Merkmalen ABC und abc.

Nehmen wir nun der Einfachheit halber an, daß unsere Pflanze in ihren Fortpflanzungszellen nur ein Chromosom besitzt und daß die drei Eigenschaftsträger, jeder für sich, hintereinander liegen. Im Zygochromosomenstadium (bivalentes Stadium der Chromosomen) des Gonotokonten werden dann die Chromosomen folgende Struktur besitzen:

a	b	c
A	B	C

1) Abgekürzter Ausdruck für die in denselben enthaltenen generativen Zellen.

Nehmen wir nun weiter an, daß die Stücke gleichen Namens, gegeneinander ausgewechselt werden können, also a gegen A, b gegen B etc., so erhalten wir die folgenden Kombinationsmöglichkeiten

1	a	b	c	3	A	b	c	5	a	B	c	7	a	b	C
2	A	B	C	4	a	B	C	6	A	b	C	8	A	B	c

Bei der Trennungsteilung in den Gonotokonten können also acht verschiedene Gonen gebildet werden, und da nun die durch Kopulation von gleichwertigen Gameten entstandenen Zygoten, stets konstanten 2 x-Generationen das Dasein geben, sind acht konstante Formen möglich; in voller Übereinstimmung mit dem bereits Festgestellten, daß nämlich bei Kreuzung zweier Formen, welche in drei Merkmalen verschieden sind, $2^3 = 8$ konstante Formen entstehen können.

Die Summe aller möglichen Kombinationen beträgt, wie wir früher sahen, $3^3 = 27$. Falls also unsere Auffassung richtig ist, muß wenigstens diese Bedingung erfüllt werden: daß durch die Kombination dieser acht verschiedenen Chromosome, 27 verschiedene Formen entstehen können.

Die möglichen Chromosompaarungen sind selbstverständlich:

$$\begin{array}{l}
 8 \left\{ \begin{array}{l} 1 \times 1 \\ 2 \times 2 \\ 3 \times 3 \\ 4 \times 4 \\ 5 \times 5 \\ 6 \times 6 \\ 7 \times 7 \\ 8 \times 8 \end{array} \right. \quad 7 \left\{ \begin{array}{l} 1 \times 3 \\ 1 \times 5 \\ 1 \times 7 \\ 1 \times 2 \\ 1 \times 4 \\ 1 \times 6 \\ 1 \times 8 \end{array} \right. \quad 6 \left\{ \begin{array}{l} 3 \times 5 \\ 3 \times 7 \\ 3 \times 2 \\ 3 \times 4 \\ 3 \times 6 \\ 3 \times 8 \end{array} \right. \quad 5 \left\{ \begin{array}{l} 5 \times 7 \\ 5 \times 2 \\ 5 \times 4 \\ 5 \times 6 \\ 5 \times 8 \end{array} \right. \quad 4 \left\{ \begin{array}{l} 7 \times 2 \\ 7 \times 4 \\ 7 \times 6 \\ 7 \times 8 \end{array} \right. \quad 3 \left\{ \begin{array}{l} 2 \times 4 \\ 2 \times 6 \\ 2 \times 8 \end{array} \right. \quad 2 \left\{ \begin{array}{l} 4 \times 6 \\ 4 \times 8 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Daraus ergeben sich aber nicht 27, sondern 35 mögliche Kombinationen.

Indem wir aber die Chromosomstücke (die Träger der Eigenschaften) numerieren, statt sie mit Buchstaben anzudeuten, sehen wir leicht, daß unter diesen 35 Kombinationen einige doppelt gezählt sind.

Bezeichnen wir a mit 1, b mit 2, c mit 3, A mit 4, B mit 5 und C mit 6, so erhalten wir:

1	1	2	3	3	4	2	3	5	1	5	3	7	1	2	6
2	4	5	6	4	1	5	6	6	4	2	6	8	4	5	3

daraus folgt, daß nachstehende Kombinationen möglich sind:

$$\begin{array}{l}
 1 \times 3 = 1234 \\
 1 \times 5 = 1235 \\
 1 \times 7 = 1236 \\
 1 \times 2 = 123456 \\
 1 \times 4 = 12356 \\
 1 \times 6 = 12346 \\
 1 \times 8 = 12345 \\
 3 \times 5 = 12345, \text{ zu streichen, ist dasselbe wie } 1 \times 8 \text{ (I)} \\
 3 \times 7 = 12346, \text{ „ „ „ „ „ } 1 \times 6 \text{ (II)} \\
 3 \times 4 = 123456, \text{ „ „ „ „ „ } 1 \times 2 \text{ (III)} \\
 3 \times 6 = 2346 \\
 3 \times 8 = 2345 \\
 3 \times 2 = 23456
 \end{array}$$

$5 \times 7 = 12356$, zu streichen, ist dasselbe wie 1×4 (IV)
 $5 \times 2 = 13456$
 $5 \times 4 = 1356$
 $5 \times 6 = 123456$, zu streichen, ist dasselbe wie 1×2 (V)
 $5 \times 8 = 1345$
 $7 \times 2 = 12456$
 $7 \times 4 = 1256$
 $7 \times 8 = 123456$, zu streichen, ist dasselbe wie 1×2 (VI)
 $2 \times 8 = 3456$
 $2 \times 4 = 1456$
 $2 \times 6 = 2456$
 $4 \times 6 = 12456$, zu streichen, ist dasselbe wie 7×2 (VII)
 $4 \times 8 = 13456$, „ „ „ „ „ 5×2 (VIII)
 $1 \times 1 = 123123$
 $2 \times 2 = 456456$
 $3 \times 3 = 423423$
 $4 \times 4 = 156156$
 $5 \times 5 = 153153$
 $6 \times 6 = 426426$
 $7 \times 7 = 126126$
 $8 \times 8 = 453453$

Wir sehen also, daß von den 35 berechneten Kombinationen 8 abzuziehen sind, so daß die theoretisch verlangte Kombinationszahl von 27 in der Tat in dieser Weise realisierbar ist.

Folglich widerspricht die Möglichkeit verschiedener Merkmale der Eltern, in der Hybride zu kombinieren, keineswegs unserer Auffassung über die Trennung der elterlichen Chromosomen bei der Bildung der Fortpflanzungszellen, falls man nur eine Auswechselung gleichnamiger Stücke dieser Chromosomen im Synapsisstadium erlaubt.

DE VRIES nun nennt diese hypothetischen Chromosomstücke Pangene und nimmt an, daß jede Eigenschaft einer Pflanze an ein solches hochorganisiertes Pangen gebunden ist. Mir scheint es wenigstens bei diesen Fällen nicht unbedingt nötig, solche organisierte Pangene anzunehmen; die zahllosen chemischen in einer Pflanze anwesenden Substanzen scheinen mir zu genügen, die vielen Eigenschaften zu erklären und bei einer chemischen Verbindung kann ich mir recht gut Fälle vorstellen, welche den MENDELSchen Hybriden analog sind.

Füge ich z. B.

weißes KCl zu gelbem PtCl_4
 so erhalte ich
 gelbes K_2PtCl_6
 Nehmen wir an, daß dies
 auseinander fällt in KCl und PtCl_4
 (weiß) (gelb)

(ursprüngliche Hybride, in
 welcher „gelb“ dominiert)
 (Reine Fortpflanzungszellen
 der Hybride)

und daß ich beide so erhaltene Quantitäten in zwei Portionen verteile und in Reagenzröhrchen gieße, so erhalte ich vier Reagenzröhrchen, den vier Gonen der Hybriden vergleichbar, und zwar zwei mit KCl und zwei mit PtCl_4 ; füge ich nun KCl zu KCl (Verbindung gleichnamiger Gonen), so erhalte ich KCl; grade so mit PtCl_4 , während die Verbindung ungleichnamiger Gonen $\text{KCl} + \text{PtCl}_4$ wieder die hybride K_2PtCl_6 liefert, welche ich, da sie ebenso wie PtCl_4 gelb ist, vom dominierenden Elter nicht unterscheiden kann.

Ich habe hier also einen Fall, welcher den MENDELSchen Hybriden analog ist: gleichnamige Gonen liefern konstante, ungleichnamige hybride Verbindungen.

Wir haben in diesem Beispiel nur mit einer chemischen Doppelverbindung zu tun, nehmen wir aber an, daß im Chromosom eine ganze Anzahl verschiedener chemischer Substanzen sich befinden, von denen immer je zwei imstande sind solche spaltende Doppelverbindungen zu liefern, so hat man ein Beispiel MENDELScher Hybriden, welche in mehr als einer Hinsicht verschieden sind:

KCl	x	w
PtCl ₄	y	z

Aus der Annahme, daß immer nur je zwei ein Doppelsalz bilden können, also x mit y aber nicht mit w oder z etc., erhalten wir eine Erklärung für den Umstand, daß jede der Merkmalspaare bei den Hybriden mendeln kann.

Wir haben dann in jedem Chromosom n-Stücke, von denen jedes mit einem entsprechenden Stücke eines anderen Chromosoms ein Doppelsalz bilden kann.

In Wirklichkeit wird aber die Spaltung nie vollkommen rein verlaufen, bekanntlich wird das Doppelsalz K₂PtCl₆ nie ganz in KCl und PtCl₄ auseinanderfallen; ein kleiner Rest des Doppelsalzes wird sowohl an der KCl-Seite, wie an der PtCl₄-Seite als Unreinheit bestehen bleiben.

Dergleichen Unreinheiten scheinen nun auch bei MENDELSchen Hybriden vorkommen zu können.

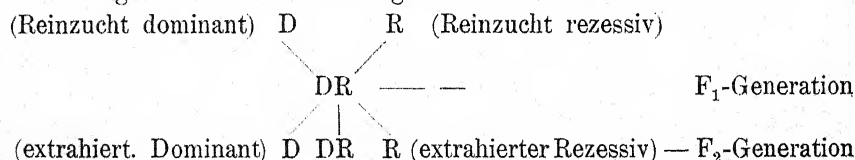
Bevor wir darauf eingehen, wird es aber, der Vereinfachung der Diskussion halber gut sein, Sie mit einigen von BATESON und Miss SAUNDERS eingeführten technischen Termen bekannt zu machen.

Die reingezüchteten Nachkommen einer dominierenden oder rezessiven Pflanze deuten diese mit dem Namen Reinzucht dominierend resp. rezessiv an (pure-bred dominant or recessiv). Da man selbstverständlich bei allen Kreuzungsversuchen zunächst feststellt, daß die zur Kreuzung zu verwendenden Varietäten konstant sind, fängt man seine Versuche immer mit Reinzuchtdominanten resp. -rezessiven an. Die aus der Kreuzung dieser beiden hervorgehenden Hybriden (DR-Pflanzen) bezeichnen sie nun als die F₁-Generation. Bei mendelnden Hybriden fallen wie wir sahen, DR-Pflanzen, bei selbstbestäubung in D-, DR- und R-Pflanzen auseinander. Diese spaltende (segregating) Generation nennen sie die F₂-Generation.

Die in F₂ auftretenden R- und D-Pflanzen nennen sie zur Unterscheidung von den Reinzuchtdominanten resp. Rezessiven extrahierte Dominanten resp. Rezessiven (extracted dominants or recessivs).

Bei der Kreuzung der auftretenden Pflanzen sind natürlich drei Möglichkeiten geboten: man kann R × R, D × D, oder D × R kreuzen. Die aus den beiden ersten Kreuzungen hervorgehenden Kombinationen nennen sie Homozygoten, die aus letzterer Heterozygoten.

Folgende Zusammenstellung wird die Übersicht erleichtern:



$$\begin{array}{l} D \times R = DR = \text{Heterozygoten} \\ D \times D = DD = D \\ R \times R = RR = R \end{array} \} = \text{Homozygoten.}$$

Nun tut sich, wie Miss SAUNDERS zeigte, bisweilen der sonderbare Fall vor, daß zwei extrahierte, miteinander gekreuzte Rezessive das dominierende Merkmal zur Schau tragen. Da wird man leicht an eine „Unreinheit“ denken, welche aktiviert wurde. Man könnte sich also denken, daß die DR-Pflanze der F_1 -Generation nicht ganz reine Fortpflanzungszellen geliefert hätte, sondern daß die rezessiven Chromosomen in geringem Grade von den dominierenden infiziert worden wären.

Diese Infektion äußerte sich noch nicht in der F_2 -Generation, aber erst wenn gewisse Rezessiven miteinander gekreuzt werden.

Da war es natürlich von großer Wichtigkeit, zu untersuchen, ob man andere Resultate erzielt, wenn man Reinzuchtpflanzen miteinander kreuzt, als wenn man Reinzuchtpflanzen mit extrahierten oder zwei extrahierte miteinander kreuzt.

Bei Miss SAUNDERS¹⁾ Versuchen kam unter vielen anderen Fällen auch der folgende vor:

Kreuzte sie zwei glattblättrige Reinzucht-Matthiolas (white glabrous \times white glabrous) miteinander, so erhielt sie, wie zu erwarten, glattblättrige Hybriden (white glabrous); wurde aber eine dieser Reinzuchtpflanzen mit einer ebenfalls glattblättrigen extrahierten Pflanze gekreuzt, so war die Hybride behaart. Da in diesem Falle „glatt“ das rezessive, behaart das dominierende Merkmal war, ergibt also

$$\begin{array}{l} \text{Reinzucht } R \times \text{Reinzucht } R = R \\ \text{Reinzucht } R \times \text{Extrahierte } R = D \end{array}$$

und wird man also sehr leicht an eine Infektion der rezessiven Chromosomen durch die dominierenden denken.

In einem anderen Falle aber fand das gerade Gegenteil statt. Bei der Kreuzung zweier Reinzucht glattblättrigen Pflanzen (white glabrous \times red glabrous) entstanden behaarte Hybriden (purple hoary). Während die eine Reinzucht glattblättrige Pflanze, mit einer ebenfalls glattblättrigen extrahierten Pflanze gekreuzt, glattblättrige Pflanzen ergab (purple glabrous) und auch zwei glattblättrigen Extrahierten, miteinander gekreuzt, glattblättrige Pflanzen (purple glabrous) erzeugten.

Hier lieferte also

$$\begin{array}{l} \text{Reinzucht } R \times \text{Reinzucht } R = D \\ \text{Reinzucht } R \times \text{Extrahiert } R = R \\ \text{Extrahiert } R \times \text{Extrahiert } R = R \end{array}$$

Die Erscheinung des D kann also hier nicht ohne weiteres auf eine Infektion im Hybridenstadium (DR-Pflanze) zurückgeführt werden.

Bei diesem letzten Versuche fällt aber eine Sache auf: trotzdem nur weißblühende Formen miteinander gekreuzt worden, traten in sämtlichen drei Fällen purpurbtütige Pflanzen auf, es war also in den weißen Pflanzen noch etwas Unsichtbares vorhanden, und der Umstand, daß die Reinzuchtpflanzen zusammen purpurbtütige behaarte Pflanzen lieferten, lag die Frage auf der Hand, ob man es hier vielleicht mit Rückschlag zu einem früheren Vorfahren zu tun habe.

1) Report Royal Society, II, p. 42.

Daß dergleichen Atavismen vorkommen können, war bereits von HURST bewiesen. Auf der Southport-Meeting der British Association in 1902 zeigte HURST die F_1 -Tiere, aus der Kreuzung weißer Angora- mit hasenfarbigen belgischen Kaninchen erhalten, welche die Haut des gewöhnlichen wilden Kaninchens zeigten. Also lag hier offenbar ein Fall von Atavismus vor.

Aber noch sonderbarere Geschichten können vorkommen, wie CUÉNOT (1903) nachwies. Er zeigte nämlich, daß verschiedene weiße Mäuse, Albinos, bei Inzucht konstant waren. Je nach der Abkunft aber aus grauen, schwarzen, gelben Voreltern ergaben diese Albinos, mit schwarzen Mäusen gekreuzt, in F_1 entweder graue oder nur schwarze Mäuse oder eine aus gelben und grauen oder schwarzen Hybriden bestehende Mischung. Der letztere Fall, das Auftreten einer Mischung, oder wie man das nennt, Pleiotypie in F_1 lernten wir bis jetzt noch nicht kennen.

Diese neueren Beobachtungen erschweren die Untersuchungen über mendelnde Hybriden und über Erblichkeitsfragen überhaupt, denn sie zeigen, daß in anscheinenden Reinzuchten unsichtbare Merkmale vorhanden sein können, welche erst nach Kreuzung mit einer anderen Pflanze sichtbar werden, während sie sich bei Inzucht nicht zeigen.

Es genügt, hier auf das Vorkommen solcher die Untersuchung erschwerenden Umstände hingewiesen zu haben. Wir kommen auf diese Kryptomerie und andere Umstände später bei der Besprechung der DE VRIESSchen Mutationskreuzungen zurück, sowie bei der Besprechung der möglichen Artbildung durch Hybridisierung.

Übrigens ist meiner Überzeugung nach die Untersuchung der mendelnden Hybriden noch keineswegs abgeschlossen, und gibt es noch vieles, sehr vieles, was der Aufklärung bedarf. Eine der Hauptfragen dabei ist wohl, inwieweit während des Zygochromosomstadiums (bivalentes Stadium) im Gonotokont Austausch zwischen den Chromosomen der Eltern stattfindet, inwieweit sie voneinander „infiziert“ werden können.

Das bis jetzt an den mendelnden Hybriden erhaltene, für die Vererbung wichtigste Resultat ist also:

„Ein Lebewesen ist keine Einheit, sondern ein Aggregat von Einheiten [Units, Allelomorphs (BATESON)], welche, voneinander unabhängig, durch die geschlechtliche Fortpflanzung zweier Individuen in alle denkbaren Kombinationen treten können.“

Bei Kindern von zu verschiedenen Sippen gehörenden Eltern können also in dieser Weise Kombinationen gewisser Merkmale des einen Elters mit einigen des anderen Elters auftreten, wodurch also neue Formen mit ganz neuen Merkmalskombinationen entstehen können.

Im Prinzip ist es also möglich, daß neue Arten auf dem Wege der Bastardierung entstehen.

Ich entlehne ein Beispiel einer solchen Synthese einer weiter konstant bleibenden Kombination aus BATESONS Versuchen mit Hühnern. Kreuzt man gewisse rose-comb-Hühner mit pea-comb, so ist der so gebildete F_1 -Kamm ein echter „walnut“-comb. In F_2 gibt es dann einige „walnut“-comb-Hühner, welche bei Inzucht konstant bleiben.

Es liegt nun auf der Hand anzunehmen, daß diese Mischung von Eigenschaften bei der geschlechtlichen Fortpflanzung nicht auf Hybriden beschränkt ist, sondern auch stattfinden wird bei Kindern von Eltern, welche derselben Sippe angehören, mit anderen Worten, daß sie eine allgemeine Eigenschaft sich geschlechtlich fortpflanzender Lebewesen ist.

Man muß also erwarten, daß im allgemeinen die Kinder vom einen Elter das eine, vom anderen das andere Merkmal ererben werden, und da das eine Kind in dieser Weise eine andere Kombination als das andere erhalten wird, werden die Kinder weder einander, noch den Eltern gleich sein.

In der Tat wird solches wahrgenommen und DE VRIES drückt es sehr schön aus mit GOETHE'S Selbstbeschreibung:

Vom Vater hab' ich die Statur,
Des Lebens ernstes Führen,
Vom Mütterchen die Frohnatur
Und Lust zu fabulieren.

Wir gelangen also zur Aufstellung folgenden Satzes:

Der Grund, weshalb die Nachkommen eines Elternpaares nicht den Eltern und nicht unter sich gleich sind, liegt im Umstand, daß die Eigenschaften der Eltern unabhängige und in jeder denkbaren Weise kombinierbare Größen sind, und da diese Ungleichheit mit dem Namen Variabilität bezeichnet wird, liegt wenigstens eine der Ursachen der Variabilität in diesem Umstande.

Aber dürfen wir schon gleich diese Schlußfolgerungen aus unseren Erfahrungen an mendelnden Hybriden ziehen?

Lassen sich diese an Hybriden gewonnenen Resultate ohne weiteres auf nichthybride Pflanzen und Tierarten z. B. auf uns selber übertragen?

Gewiß nicht ohne weiteres, denn erstens sind Hybriden, durch Kreuzung von verschiedenen Sippen angehörigen Eltern entstanden, während bei der normalen Fortpflanzung Individuen der gleichen Sippe zusammentreten. Aber, sogar davon abgesehen, gibt es noch einen wichtigen Unterschied zwischen beiden Gruppen: Bei den MENDELSchen Hybriden haben wir mit den Nachkommen eines einzigen Elternpaares zu tun. In vielen Generationen findet nur einmal Mischung zweier Individuen statt; die Nachkommen werden ausschließlich durch Selbstbefruchtung erzeugt.

Bei weitaus dem größeren Teil der Pflanzen- und Tierarten aber, auch bei den Menschen, kommen in jeder Generation neue Faktoren hinzu, indem die Kinder jedesmal infolge eines Sexualaktes zwischen zwei Individuen entstehen.

Die Differenz läßt sich vielleicht am einfachsten so ausdrücken: Wenn MENDELSche Hybriden bei Menschen vorkommen könnten, würden sich in einem menschlichen Stammbaum nur zwei Familiennamen finden, nämlich die der ursprünglich gepaarten Ahnen, während im Gegenteil, wie wir wissen, in jedem Stammbaum recht viele Familiennamen sich finden.

Wir haben also bei der normalen Fortpflanzung mit einer bedeutend komplizierteren Geschichte zu tun als bei mendelnden Hybriden, aber noch komplizierter wird der Fall, weil wir weder bei Menschen noch bei Tieren wissen, welche Ahnen sie hatten. Unsere meistens ohne jegliche Notiz über Eigenschaften gehaltenen Stammbäume sind dazu viel zu kurz.

Um also zu eruieren, wie ein bestimmtes Merkmal z. B. blonde Haare bei einer Menschenrasse vererbt wird, müssen wir das ganze Volk studieren, m. a. W. nachspüren wie der Vererbung bei großen Gruppen von Individuen, welche willkürlich miteinander paaren, stattfindet.

Die erste Frage, welche sich aufdrängt, ist also: Was wird die Folge der freien Vermischung der Individuen sein, falls diese Individuen sich übrigens ungefähr in derselben Weise wie mendelnde Hybriden verhalten? Vor kurzer Zeit wurde dieser Gegenstand von PEARSON (1904) behandelt.

Um die Sache nicht zu sehr zu komplizieren setzt PEARSON voraus:

1. daß die Gamete rein bleibt, in MENDELSchem Sinne,
2. daß die Gameten zweier Gruppen, auch wenn sie zusammen eine Zygote bilden, dennoch ihre Identität nicht verlieren; wir würden sagen, daß die Chromosomen ihre Individualität behalten.

Nennen wir die 2x-Generationen der beiden Eltern AA^1 und aa^1 ; so werden diese die Gameten A , A^1 und a , a^1 bilden.

Da Selbstbefruchtung nicht stattfindet, können die Gameten A und A^1 ebensowenig wie a und a^1 miteinander paaren; die einzig möglichen Kombinationen sind demnach:

$$Aa_1, Aa^1, A^1a \text{ und } A^1a^1.$$

Diese Auffassung ist unabhängig von Dominanz oder Rezessivismus, sie ist also eine Ausdehnung der MENDELSchen Theorie auf alle Merkmale zwischen zwei Individuen, welche auch keineswegs zu zwei verschiedenen Sippen zu gehören brauchen, wir fassen jetzt uns selber als eine Hybride zwischen unseren Eltern auf.

Da wir, nichts über das Verhalten der Gameten in solchem Falle wissend, nicht von dominierend und rezessiv reden dürfen und es doch bequem ist, einen Namen für unsere Elemente zu haben, nennen wir

ein A-Element ein Protogen,
ein B-Element ein Allogen.

Zwei protogene Elemente würden also zusammen die protogene Zygote¹⁾ AA_1 ; zwei allogene Elemente würden also zusammen die allogene Zygote aa_1 ; und ein protogenes Element würde mit einem allogenen Element die Heterozygote A_1a_1 bilden.

Wir sahen oben, daß bei Menschen, und ähnlichen Fällen nur Heterozygoten gebildet werden.

Gesetzt aber den Fall, wir hätten mit einer Pflanze zu tun, deren Ahnen sich seit vielen Generationen nur durch Selbstbefruchtung fortgepflanzt hatten, so daß sie in der 2x-Generation nur protogene Elemente enthielte.

Wir dürfen selbstverständlich nicht annehmen, daß diese Pflanze nur ein Merkmal besitzt; es müssen also in den Kernen der 2x-Generation eine Anzahl protogener Merkmale vorhanden sein, z. B.:

$$A_1A_1 + A_2A_2 + A_3A_3 + \dots + A_nA_n,$$

die gebildeten Gameten werden also die Merkmale

$$A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n \text{ enthalten.}$$

Auf die nämliche Weise können wir uns eine allogene 2x-Generation vorstellen, welche die allogene Gameten:

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n \text{ bildet.}$$

1) BATESON unterscheidet, wie wir sahen, zwischen Heterozygoten (DR) und Homozygoten (DD) und (RR); PEARSON trennt nun letztere in allogene und protogene Zygoten.

Gesetzt den Fall, es höre von jetzt an die Selbstbefruchtung auf, und es trete Kreuzbefruchtung an deren Stelle, so können nie wieder allogene oder protogene Zygoten auftreten, sondern nur Heterozygoten.

Nehmen wir nun an, daß nur Elemente gleichen Namens miteinander paaren, eine sehr plausible Voraussetzung, so werden wir eine komplette multiple Heterozygote erhalten von der Form:

$$a_1 A_1 + a_2 A_2 + a_3 A_3 + \dots + a_n A_n$$

Nehmen wir nun an, daß die Population aus einer willkürlichen Zahl von in der Weise konstituierten $2x$ -Generationen besteht, deren Gameten willkürlich miteinander paaren, so erhalten wir für jedes Merkmalpaar

$$(a_r + A_r)(a_r + A_r) = a_r a_r + a_r A_r + A_r a_r + A_r A_r$$

oder da die beiden mittleren Glieder einander gleich sind:

$$(a_r + A_r)(a_r + A_r) = a_r a_r + 2 a_r A_r + A_r A_r$$

Es werden also drei verschiedene Konstitutionen aus jedem Merkmalpaare gebildet, und da es n solcher Paare gibt, wird die Population aus 3^n verschiedenen Konstitutionen bestehen.

Diese Population ist also die spaltende (F_2)-Generation von MENDEL.

Wenn wir nun, im Gegensatz zu den mendelnden Fällen, nicht durch Selbstbefruchtung weiter züchten, sondern diese vermeiden, wenn also Homogamie nicht stattfindet, so müssen wir eruieren, wie die Verteilung dieser verschiedenen Konstitutionen in den nächsten Generationen stattfindet. Wird die einmal angefangene Spaltung fortgesetzt oder bleibt die Population in den nächsten Generationen konstant? m. a. W.

Ist die fortwährende Spaltung in rein protogene und rein allogene Individuen eine notwendige Folge einer jeglichen Theorie der reinen Gamete, oder beruht der Glaube an eine solche Notwendigkeit auf dem Umstande, daß MENDEL und seine Nachfolger mit Selbstbefruchtern arbeiteten?

Beim mathematischen Ausarbeiten dieses Problems gelangen wir zu gewissen Formeln, welche bestimmte Kurven darstellen, sogenannte Frequenz- oder Variabilitätskurven.

Solange wir also nichts von dergleichen Kurven wissen, können wir die Tragkraft der berechneten Formeln nicht verstehen.

Laßt uns also erst diese Variabilitätskurven an der Hand GALTONS kennen lernen.

Neunte Vorlesung.

Erblichkeit (dritte Fortsetzung). Die Variabilitätskurven.

GALTONS Kraftverteilung bei einer Population, p. 119. Distributionsschemata, p. 120. M und Q, p. 121. Deviationsschemata, p. 122. Die Kurven des Distributionsschemas und des Deviationsschemas sind identisch, p. 123. Vergleichung zweier Schemata, p. 123. Frequenzkurven. $Q = \frac{0,477}{h}$, p. 123. Normalkurven, p. 125. GALTONS Zufallsapparat, p. 126. Die Kurve von PEARSONS Theorie der reinen Gamete ist eine Normalkurve, p. 127. Ein Kind ist das Resultat der Paarung zweier Individuen, welche verschiedenen Normalsystemen angehören, p. 127. Wie kann man mit Gruppen arbeiten, als wären sie „Units“, p. 128. $q^2 = a^2 + b^2$, p. 129. Erblichkeit der Länge bei Menschen, p. 129. Mittlere Eltern, p. 130. GALTONS Tabellen von Familiendaten und von speziellen Daten, p. 132, 133. Kontrollierung des graphisch gefundenen Q-Werts, p. 135. Variabilität in Co-Fraternitates, p. 136.

GALTON untersuchte die Kraftverteilung bei einer Population, d. h. er untersuchte, in welchem Grade jedes Individuum aus einer größeren Zahl von Personen „Kraft“ besaß, m. a. W. wie stark es war.

Seine Untersuchung bezog sich zunächst auf männliche Personen mit folgendem Resultat:

Zugkraft von 519 Männern zwischen 23 und 26 Jahre alt, welche die International Healthexhibition in 1884 in London besuchten.

Zugkraft	Zahl der Fälle	In Prozenten	
		Zahl der Fälle	Summe vom Anfang an
unter 50 Pfund	10	2	2
„ 60 „	42	8	10
„ 70 „	140	27	37
„ 80 „	168	33	70
„ 90 „	113	21	91
„ 100 „	22	4	95
mehr als 100 „	24	5	100
Totale	519	100	—

Nehmen wir jetzt ein rechteckiges Koordinatensystem und setzen wir auf der Horizontalachse, die pro Hundert berechnete Personenzahl, welche eine bestimmte Kraft entwickeln kann ab, und errichten wir darauf Lotlinien, welche die von jeder Gruppe entwickelte Kraft angeben, so erhalten wir umstehende Figur (Fig. 42, p. 120).

Bei der Konstruktion dieser Figur wurden die Zahlen der vierten Kolonne unserer Tabelle verwendet. Diese doch lehrt uns, das 2 Proz. der untersuchten Personen keine größere Kraft wie 50 Pfund entwickeln konnten, wir errichten also bei Zentigrad 2 (auf der Horizontalachse gelegen) eine Lotlinie von 50 mm; 10 Proz. keine größere Kraft wie 60 Pfund, also bei Zentigrad 10 eine Lotlinie von 60 mm; 37 Proz. keine größere Kraft wie 70 Pfund, bei Zentigrad 37 also eine Lotlinie von 70 mm usw.

Die Endpunkte dieser Lotlinien müssen jetzt durch eine Linie verbunden werden, und da wir die untersuchten Personen nur in sieben Gruppen eingeteilt haben, wird diese Linie eine gebrochene sein. Hätten

wir aber jede Person, mit der von ihr entwickelten Kraft in unserer Figur verzeichnet, so würde, falls die Wahrnehmungen genügend zahlreich gewesen wären, diese gebrochene Linie in eine Kurve verwandelt sein, von der Form der hier gezeichneten Linie.

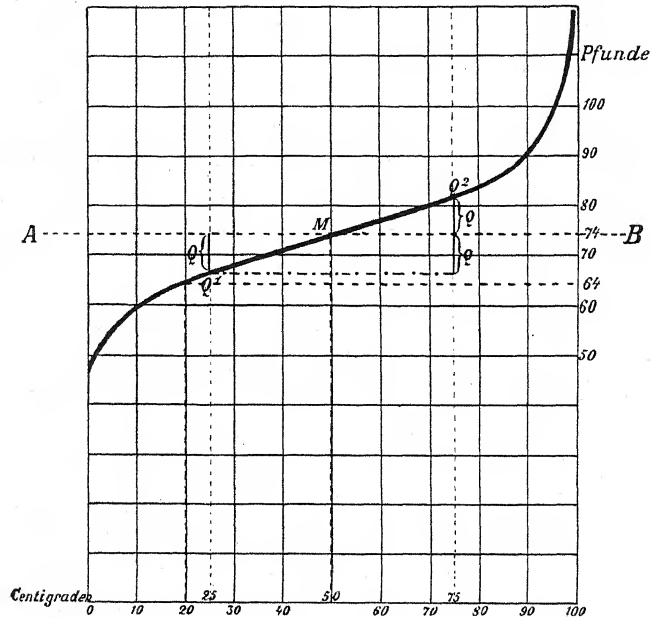


Fig. 42.

Die Figur, von der Kurve und den beiden Koordinatenachsen begrenzt, wird von GALTON ein Distributionsschema genannt.

Ein solches Distributionsschema gibt nun auf manche Frage sofort Antwort.

Wir können in erster Linie sofort die Stelle angeben, welche einer Person in bezug auf seine Kraft, im Vergleich mit seinen Mitmenschen, zukommt.

Dazu mißt man zunächst die Kraft der betreffenden Person, sie möge z. B. 74 Pfund betragen. Aus Punkt 74 der Vertikalachse wird jetzt eine horizontale Linie gezogen, und vom Punkte, wo diese die Kurve schneidet, eine Lotlinie auf die Zentigradachse niedergelassen.

Diese Lotlinie schneidet die Zentigradachse bei 50. Ich finde also, daß 50 Proz. seiner Mitmenschen schwächer wie er, 50 Proz. stärker wie er sind. Seine Stellung liegt also gerade in der Mitte, m. a. W. er besitzt eine mittelmäßige Kraft.

Diese Stelle wird mit dem Buchstaben M bezeichnet. Dieses M hat drei Eigenschaften:

1. daß eine Person, deren Kraft noch unbekannt ist, grade so viel Chancen hat mehr oder weniger Kraft zu besitzen, als von diesem M angedeutet wird;
2. daß der wahrscheinliche Wert einer unbekannten Kraft gleich M ist oder m. a. W.:

Mittelmäßigkeit ist der am meisten vorkommende Zustand.

3. M ist bei symmetrischen Kurven, wie diese, identisch mit dem mathematischen Mittel.

Stellen wir unserem Schema eine andere Frage:

Wir wollen z. B. wissen wieviel Menschen, in Prozenten ausgedrückt, eine Kraft zwischen 64 und 74 Pfund entwickeln können.

Von den Punkten 64 und 74 der Pfundachse (Vertikalachse) ausgehend, werden dazu Horizontallinien gezogen, bis sie die Kurve schneiden, von ihren Schnidepunkten mit der Kurve Lothlinien auf die Horizontalachse niedergelassen. Diese schneiden die Zentigradachse bei 20° und bei 50° , demnach besitzen 30 Proz. der beobachteten Personen eine Kraft zwischen 64 und 74 Pfund.

Gesetzt den Fall, wir wollen die Durchschnittskraft (mittlere Kraft) zweier Gruppen von Personen z. B. von Männern und Frauen miteinander vergleichen, so brauchen wir nur deren M's zu vergleichen.

Wie wir aus unserem Schema ersehen, beträgt die Durchschnittskraft der Männer also 74 Pfund.

Die Kraft der Frauen stellt sich als viel geringer heraus, die mittlere „Kneifkraft“ eines Mannes beträgt 86 Pfund, während nach GALTON'S Messungen nur eine Frau aus 1,657 eine solche Kraft entwickeln kann.

GALTON sagt denn auch: „Very powerfull women exist, but happily perhaps for the repose of the other sex such gifted women are rare.“

Unser Schema ist also an der einen Seite von einer Kurve, an den beiden anderen Seiten von einer geraden Linie begrenzt, welche geraden Linien miteinander einen rechten Winkel bilden; diese geraden Linien heißen Achsen.

Wie können wir nun den Stand der Linien, in bezug auf diese Achsen, in einfacher Weise angeben?

Dazu errichten wir auf die Zentigradachse drei Lotlinien, eine bei Zentigrad 25° , eine bei 50° und eine bei 75° . Wir verlängern diese, bis sie die Kurve in den Punkten Q^1 , M und Q^2 schneiden.

Durch diese drei Vertikalen ist der Stand der Kurve vollständig bestimmt.

Um nun den Stand der Kurve in bezug auf das Koordinatensystem anzugeben, geben wir die Länge der, nach ihren Schnidepunkten mit der Kurve Q^1 , M und Q^2 benannten, Vertikalen, an.

Wir würden unser Schema also andeuten durch:

$$M = 74$$

$$Q^1 = 66$$

$$Q^2 = 82$$

Man kann aber diese Bezeichnung noch bedeutend abkürzen durch den Umstand, daß unsere Kurve in bezug auf M symmetrisch ist. Aus diesem Umstand geht hervor, daß der Punkt Q^2 gerade so weit oberhalb einer durch M gezogenen Horizontalen liegt, als der Punkt Q^1 unter derselben, und daß diese horizontale Linie dasjenige Stück, das Q^2 länger ist wie Q^1 in zwei gleich lange Stücke teilt.

Dasjenige Stück also, das andeutet, wie hoch der Punkt Q^2 oberhalb der horizontalen Linie liegt und wie weit der Punkt Q^1 unterhalb derselben liegt, ist die halbe Differenz zwischen den Vertikalen Q^2 und Q^1 . Nennen wir dieses Stück Q (Fig. 43), so ist:

$$Q = \frac{1}{2}(Q^2 - Q^1).$$

Berechnen wir den Q-Wert für unseren konkreten Fall, so erhalten wir:

$$Q = \frac{1}{2} (82 - 66),$$

$$Q = 8 \text{ mm oder in cm ausgedrückt } Q = 0,8.$$

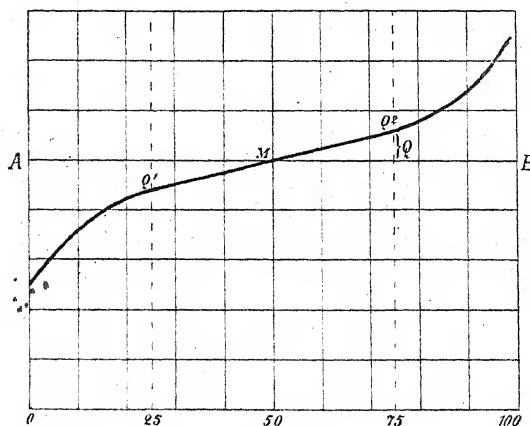


Fig. 43.

Wir können also unser ganzes Schema genau andeuten mittels

$$M = 74 \text{ mm,}$$

$$Q = 8 \text{ mm.}$$

Es gibt also M an, wie hoch der Punkt M der Kurve oberhalb der Zentigradachse eingezeichnet werden muß und Q gibt den Stand (die Inkliniation) der Kurve in bezug auf die durch M gezogene Horizontale an.

Daß Q in der Tat den Stand der Kurve bestimmt, sieht man am leichtesten, wenn man sich denselben als einen gebogenen Eisenstab mit einem Drehpunkt in M vorstellt, je größer Q, desto steiler die Stellung des Stabes wird, je kleiner Q, desto flacher die Stellung desselben in bezug auf die Horizontale. Q ist also ein Maß für den Steilheitsgrad der Kurve.

Zu gleicher Zeit aber ist Q ein Maß für die Variabilität. Falls alle Menschen gleich stark wären, würde es überhaupt keine Kurve geben, sondern diese durch eine gerade Linie ersetzt werden, und zwar durch die Horizontale durch M.

Q wäre in dem Falle = 0, je größer die Kraftverschiedenheiten sind, desto steiler wird die Kurve und desto größer also Q. Q bezeichnet demnach die Variabilitätsgröße,

M die Entfernung der Kurve von der horizontalen (Zentigrad-) Achse.

Wenn wir also die Variabilitätsgröße von nur zwei Gruppen vergleichen wollen, brauchen wir M nicht, alsdann benutzen wir also kein Distributionsschema, sondern ein

Deviationsschema

oder Abweichungsschema. Wir erhalten ein solches durch folgende Betrachtung:

Jedes Maß in einem Distributionsschema ist gleich M, + oder — eine gewisse Abweichung von dem durch M ausgedrückten Wert.

Diese Abweichung oder Fehler¹⁾ wie dieselbe technisch genannt wird, ist + für alle Zentigrade oberhalb 50° und — für alle unterhalb 50°.

Nennen wir die Abweichung D, so kann jedes Maß im Distributionsschema durch den Ausdruck

$$M + (\pm D)$$

1) „Fehler“ weil man z. B. sagen könnte, daß die ideale Länge des Menschen die mittlere sei, so daß sämtliche Leute, welche kleiner oder größer als M sind, „fehlerhaft“ geraten wären.

angegeben werden. Wenn nun der Wert von M von jedem Maß abgezogen wird, kann man die Reste, die verschiedenen Werte von ($\pm D$) also, benutzen um ein Deviations- oder Abweichungsschema zu konstruieren.

Wir gehen dann in folgender Weise an die Arbeit:

Von den gemessenen, in unserer Tabelle (p. 119) verzeichneten Werten, ziehen wir 74 ab, denn 74 war der Wert von M in unserem Distributionsschema.

Wir erhalten denn:

Zugkraft	Anzahl Personen	In Prozenten:	
		Anzahl Personen	Summa von Anfang
unter -24	10	2	2
" -14	42	8	10
" -4	140	27	37
" +6	168	33	70
" +16	113	21	91
" +26	22	4	95



Wenn wir mit diesen Zahlen ein Schema konstruieren, erhalten wir:

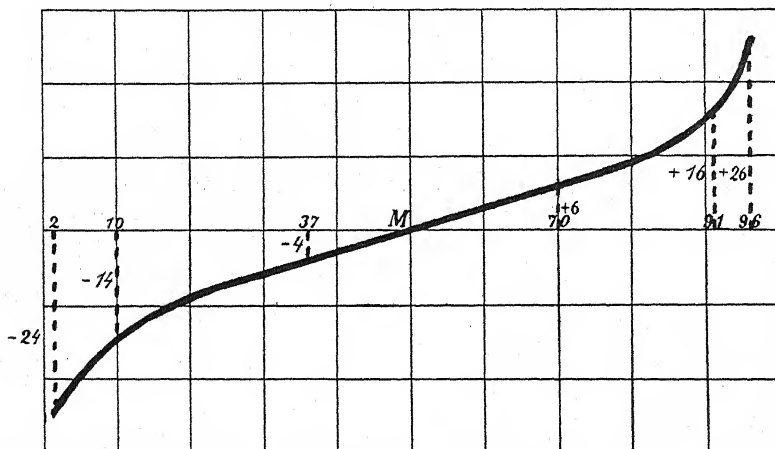


Fig. 44.

Es stellt sich heraus, daß diese Kurve, mit derjenigen des Distributionsschemas identisch ist, und daß M jetzt in der Zentigradachse liegt.

Unser Deviationsschema hat also $M=0$

$$Q=8 \text{ mm.}$$

Wir können also sehr leicht ein Deviationsschema aus einem Distributionsschema ableiten, indem wir die Zentigradachse des Distributionsschemas so weit nach oben verschieben, bis sie durch den Punkt M geht. Es ließ sich dies auch vorher sagen, denn durch diese Verschiebung wird jedes Maß des Distributionsschemas mit M vermindert.

Wollen wir nun verschiedene Abweichungsschemata, z. B. I, II, III etc. mit den Q -Werten: q_1, q_2, q_3 , vergleichen mit einem anderen, dessen Q -Wert $= q_0$ ist, so müssen alle Werte, welche bei der Konstruktion von Schema I dienten, multipliziert werden mit $\frac{q_0}{q_1}$; die,

welche bei der Konstruktion von Schema II dienten, mit $\frac{q_0}{q_2}$ etc. und neue Schemata müssen mit den so erhaltenen Werten konstruiert werden.

Unser Q-Wert hat weiter den Vorteil, für jede praktische Verwendung mit dem Wert, welchen Mathematiker den „wahrscheinlichen Fehler“ nennen, übereinzustimmen.

Wir haben also eine Weise kennen lernen, wie man die beobachteten Tatsachen graphisch vorstellen kann.

Man kann dies aber auch noch auf andere Weise tun, mittels der sogenannten

Frequenzkurven.

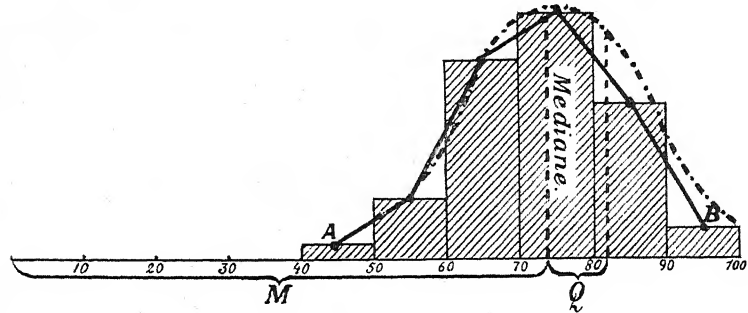


Fig. 45.

Auf der horizontalen Achse wird die Pfundzahl, welche die beobachteten Kräfte ausdrückt, abgesetzt. In unserer Tabelle sind die beobachteten Kräfte in 7 Gruppen oder Klassen verteilt, von denen wir hier aber nur 6 benutzen. Die Anzahl der zu einer bestimmten Klasse gehörenden Personen deutet die Häufigkeit oder Frequenz an, in welcher eine Klasse oder Gruppe beobachtet wurde. Jede Klasse wird mit ihrem Mittelwert angedeutet, unsere erste Klasse, 40—50 Pfund, also mit 45 etc.

Unsere Tabelle ergibt also:

Klasse	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
Mittelwert	45	55	65	75	85	95
Beobachtete Frequenz . .	10	42	140	168	113	22
In Proz. berechnete Frequenz	2	8	27	33	21	4

Jede Klasse wird nun durch ein Viereck angegeben (obenstehende Figur), dessen Basis die Größe der Klasse angibt, in unserem Falle bei jeder Klasse 10 mm, und deren Höhe die Frequenz, ebenfalls in Millimetern ausgedrückt, ist.

Die Spitzen der Ordinaten, welche den Mittelwert einer jeden Klasse angeben, werden mittels grader Linien miteinander verbunden, wodurch die gebrochene schwarze Linie AB entsteht.

Daß diese Linie eine gebrochene ist, kommt daher, daß die Zahl der Beobachtungen nicht groß genug, und die Zahl der Klassen zu gering ist; bei genauerer Beobachtung würde eine Kurve gefunden worden sein, welche durch die punktierte Linie angegeben wird.

Es ist leicht eine Linie zu finden, welche diese Kurve in zwei gleiche Stücke teilt, und diese Linie gibt zu gleicher Zeit den höchsten Punkt der Kurve an, wir nennen diese Linie Mediane.

M (nicht zu verwechseln mit der Mediane) ist die Entfernung vom O-Punkt unserer Pfundachse bis zum Schnidepunkt der Mediane mit dieser Achse. Aus unserer Figur geht hervor, daß $M=74$. Das heißt, dies geht hervor aus der Kurve, aus den Rechtecken würde man $M=75$ finden. Eine einfache Berechnung aber lehrt, daß dies nicht richtig sein kann, denn das geometrische Mittel (also M) einer Serie von Werten ist

$$M = \frac{\sum (V \cdot f)}{n}$$

in welcher Formel $V \times f$ das Produkt des Mittelwertes einer jeden Klasse, \sum die Summe dieser Produkte und n die Zahl der beobachteten Spezialfälle angibt.

Berechnet man dies, so erhält man:

$$\frac{450 \times 10 + 55 \times 42 + 65 \times 140 + 168 \times 75 + 113 \times 85 + 22 \times 94}{495} = 73,$$

welche Zahl ebenfalls nicht genau ist, weil die Gruppierung der Einzelfälle in den verschiedenen Gruppen um den Mittelwert nicht genau symmetrisch ist, der wirkliche Wert von M ist 74.

Die Q dieser Kurve läßt sich nicht konstruieren, weil Q die Entfernung ist des Schnidepunktes der Mediane mit der Abszisse, von dem Fusse der Vertikalen, welche $\frac{1}{4}$ von der Fläche des ganzen Frequenzschemas abschneidet.

Diese Linie zu finden würde nur durch ein langwieriges Probieren möglich sein.

Die Q läßt sich aber leicht berechnen, sie beträgt

$$Q = \frac{0,477}{h}$$

worin h die Länge der längsten Ordinate $\times \sqrt{\pi}$ ist. Die längste Ordinate ist natürlich die Mediane (nicht mit M zu verwechseln!)

$\sqrt{\pi} = 1,77$, und da die längste Ordinate = 33, finden wir:

$$Q = \frac{0,477}{33 \times 1,77} = 0,008 \text{ oder } 8 \text{ mm.}$$

Das Frequenzschema hat also einen $M = 74 \text{ mm}$
 $Q = 8 \text{ mm}$

und es sind dies genau dieselben Werte, welche wir beim Distributionschema fanden.

Das ist nun keineswegs zu verwundern, denn trotz der Formdifferenz zwischen Distributionsschema und Frequenzschema, sind beide doch graphische Vorstellungen derselben Beobachtungsdata.

Die Frage, welche uns nun zunächst interessiert, ist die nach der Bedeutung der gefundenen Kurven. Sind wir einmal darüber im klaren und kennen wir auch die Ursache der Entstehung von einer von beiden, so ist auch die Ursache der anderen erklärt, denn beide sind nur verschiedene Ausdrücke für die gleichen Beobachtungen.

Die Frequenzkurve nun ist nichts als eine normale Kurve des Zufalls oder, kurz ausgedrückt, eine

Normalkurve.

Die Formel einer solchen Kurve ist $y = ke^{-h^2 x^2}$. Auch ohne die Bedeutung und Ableitung dieser Formel zu kennen, können wir, wie wir bald sehen werden, sie benutzen.

Statt diese Formel abzuleiten, will ich lieber mittels eines praktischen Beispiels versuchen, Ihnen deutlich zu machen, wie eine solche Zufallskurve entsteht.

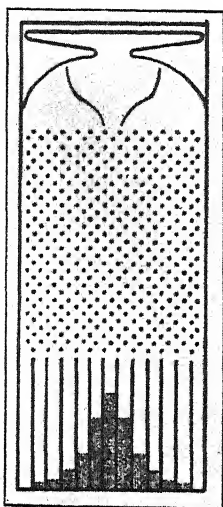


Fig. 46.

Dazu benutzen wir folgendes von GALTON erdachte Apparaten. In einer flachen Dose mit Glasdeckel sind im mittleren Teile alternierende Nagelreihen eingeschlagen in nebenstehender Weise. Im oberen Teile ist mittels Blechstreifen eine Art Trichter gebildet, und im unteren Teile mittels ähnlicher Streifen eine Reihe rechteckiger Kompartimentchen.

Mit Hilfe dieses einfachen Instrumentes lassen sich sehr schön die Umstände, von denen die „Abweichung“ abhängt, demonstrieren.

Im Apparaten befinden sich Schrotkörner, welche wir durch entsprechende Aufstellung des Apparates im oberen Raum sammeln können. Stellen wir nachher die Dose mit einer Neigung von 45° auf, so fangen diese Schrotkörner an, sich durch den Trichter hindurch nach den Kompartimenten hinzubewegen.

Diese Reise findet mit mancherlei Hindernissen statt und zwar durch die Nagelreihen.

Die Schrotkörner erhalten eine hüpfende Bewegung, indem jedesmal, wenn ein Korn auf einen Nagel trifft, es ein wenig nach links oder rechts abweicht.

Zum Schluß gelangt jedes Korn in eines der Kompartimente im unteren Teile der Dose.

Das so entstehende Häufchen von Schrotkörnern ist symmetrisch, und die obere Grenze eine Frequenzkurve. Wie oft man das Experiment auch wiederholt, das Resultat bleibt immer dieselbe Frequenzkurve.

Auf welchem Prinzip beruht nun dieser Apparat?

Auf dem Umstande, daß das Schrotkornhäufchen ein Aggregat unabhängiger Einheiten ist, von denen jeder auf der Reise einer größeren Zahl unabhängiger Zufälligkeiten, Unglücksfällen würde man sagen können, begegnet ist.

In seltenen Fällen kann lang anhaltendes „Glück“ ein Schrotkorn in eins der äußeren Kompartimente bringen, in den meisten Fällen aber wird die Zahl der Zufälligkeiten, welche Abweichung nach links verursachen, aufgewogen durch die Zahl derselben, welche Abweichung nach rechts verursachen, und fällt das Schrotkorn in das mittlere Kompartiment, in welches sämtliche Schrotkörner gefallen sein würden, falls gar keine Nagelreihen, gar keine Zufälligkeiten also, vorhanden wären.

Dieses illustriert und erklärt, weshalb Mittelmäßigkeit am gewöhnlichsten ist.

Mittels dieses Instrumentchens sehen wir also, daß die Frequenzkurve, nichts als eine normale Zufallskurve ist, m. a. W., das Resultat der vollkommen willkürlichen Mischung einer Anzahl voneinander unabhängiger Größen ausdrückt.

Aus unseren Erfahrungen an mendelnden Hybriden haben wir geschlossen, daß die erblichen Eigenschaften unabhängige Größen sind, welche vollkommen willkürlich gemischt werden können.

Falls nun die mendelnden Gesetze auch für willkürlich paarende Individuen gleicher Rassenangehörigkeit gelten, müssen die Eigenschaften einer großen Gruppe menschlicher Kinder z. B. das Resultat dieser Mischung in einer normalen Frequenzkurve zeigen.

Es zeigte sich bereits für eine Eigenschaft, für Kraft, daß deren Distribution in der Tat nach einer normalen Kurve verlief.

Nichts widerspricht also der Annahme, daß die Eigenschaft Kraft sich nach den Gesetzen der erweiterten MENDELSchen Theorie betrügt.

Wir sahen schon, daß PEARSON für willkürliche Eigenschaften, welche er A_1, A_2, A_3 etc. und a_1, a_2, a_3 etc. nennt, mathematisch berechnete, wie die Distribution derselben sich in den Konstitutionen der Nachkommen zeigen würde, falls vollkommen willkürliche Paarung zwischen den Individuen stattfände.

Er kommt dabei zum Resultat, daß diese Distribution den Verlauf einer Kurve von dieser Formel zeigen wird:

$$y = y_0 e^{-x^2 / 2\sigma^2}$$

Die Formel der Normalkurve ist

$$y = x e^{-\frac{h^2 x^2}{2}}$$

Auch ohne die Bedeutung dieser Formeln zu kennen, wird Ihnen ihre große Ähnlichkeit auffallen und Sie werden mir wohl glauben wollen, wenn ich Ihnen sage, daß beide identisch sind; daß also auch die von PEARSON mathematisch berechnete Kurve eine Normalkurve ist.

Resümierend können wir also sagen, daß die von MENDEL bei Hybriden nachgewiesene Kombinerungsmöglichkeit der Eigenschaften der paarenden Eltern, ausgedehnt auf willkürlich paarende Individuen gleicher Rassenzugehörigkeit, nicht den an einer solchen Population beobachteten Tatsachen widerspricht.

Wir haben aber bei unseren Beobachtungen einen Umstand vernachlässigt.

Wir haben die Kräfteverteilung bei Männern bestimmt und gefunden, daß diese durch eine Normalkurve ausgedrückt wird.

Wir haben ebenfalls die Kräfteverteilung bei Frauen studiert und auch dort eine Normalkurve gefunden. Wir haben aber auch gesehen, daß das M der männlichen Kurve weit größer ist, als das der weiblichen, was daraus hervorging, daß nur eine von 165 Frauen imstande war, die Kraft eines mittleren Mannes zu entwickeln.

Über diesen Unterschied sind wir leicht hinweggeschritten und haben ihn weiter vernachlässigt.

Dennoch dürfen wir diesen Unterschied nicht verwahrlosen, denn es geht daraus hervor, daß die weibliche Population, als Ganzes betrachtet, etwas anderes ist, als die männliche Population als Ganzes betrachtet, einem anderen System angehört.

Und da nun zum Erzeugen eines Kindes unbedingt ein männliches und ein weibliches Individuum nötig sind, erhalten wir eine fortwährende Vermischung von zwei, verschiedenen Systemen angehörigen, Individuen,

von zwei Normalsystemen, denn die Distributionskurve eines jeden Systems ist normal.

Es muß dieser Umstand also noch in Rechnung gebracht werden.

Es wird sich weiter herausstellen, daß noch eine Anzahl verwandter Fragen, über Erbliehkeitsprobleme, sich aufwerfen wird z. B.: Wie wird die Vererbung stattfinden, wenn eine Anzahl Brüder einer gewissen Familie die Schwestern einer anderen Familie heiraten?

Wir haben dann wieder mit zwei Normalsystemen zu tun. Einen gleichen Fall haben wir vor uns, wenn wir die Vererbung studieren bei den Kindern von Männern und Frauen aus demselben isolierten Alpendorfe, bei Männern und Frauen derselben Kaste, des hohen Adels z. B.

In allen ähnlichen Fällen, werden wir mit Gruppen als wären sie Einheiten arbeiten müssen, und es ist also die Frage: Wie läßt sich das machen?

Wie können wir mit einer Population, oder mit einer willkürlichen anderen Gruppe arbeiten, als wäre sie eine Einheit?

Es war GALTONS geniale Einsicht, welche uns den Weg dazu bahnte. Bevor wir aber näher hierauf eingehen können, müssen wir noch eine andere Eigenschaft der Zufallskurve kennen lernen.

Kehren wir dazu zur Betrachtung unseres „Zufallinstrumentchens“ zurück. Beobachten wir noch einmal das Hüpfen der Schrotkörner. Die Schrotkörner, welche gleich viele Stöße nach links wie nach rechts erhalten, fallen ins mittlere Kompartiment. Bei diesen haben sich die Abweichungen (Fehler) nach links und rechts gegenseitig aufgehoben, ihr Fehler ist demnach $= 0$.

Bei den anderen bleibt eine Abweichung nach links oder nach rechts übrig.

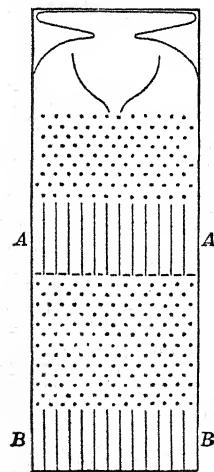


Fig. 47.

Betrachten wir jetzt, der Einfachkeit halber, nur die rechte Hälfte unseres Instrumentchens. Für die linke Hälfte gilt natürlich mutatis mutandis dasselbe.

Die Größe der Abweichung wird bei den in die rechte Hälfte angelangten Schrotkörnern verschieden sein, und die **wahrscheinlichste Abweichung eines jeden Schrotkornes** wird gefunden werden, wenn man bestimmt, bei welcher Abweichungsgröße die Zahl der Körner mit größerer Abweichung, der Zahl der Körner mit kleinerer Abweichung gleich sein wird.

Rechts und links von diesem Punkte fallen also gleich viel Körner; der betreffende Punkt ist der Schnidepunkt unserer Q-Linie mit der Abszisse, denn diese Q-Linie teilt die rechte Hälfte des Frequenzschemas, des Schrotkornhäufchens also, in zwei gleiche Stücke.

Q (die Entfernung der Q-Linie von der Mediane) ist also dem wahrscheinlichen Fehler gleich.

Kehren wir jetzt zu unserem Apparaten zurück. Sei bei unserem Apparat q der wahrscheinliche Fehler oder die wahrscheinliche Abweichung eines jeden Schrotkornes. Schneiden wir nun das Instrumentchen in zwei Stücke (Fig. 47), und interpolieren wir eine Reihe von

Kompartimenten AA, in der Weise, wie vorstehende Figur andeutet. Diese Interpolation der AA-Kompartimente kann natürlich keinen Einfluß auf das Endresultat haben, denn es entsteht dadurch keine neue Abweichungsquelle, denn da sie nur zwischengeschoben sind, bleibt die Zahl der Nagelreihen dieselbe.

Diese Kompartimente AA sind je mit einem aufklappbaren Boden versehen; schließt man diese Böden, so werden die Schrotkörner in den AA-Kompartimenten liegen bleiben, sie werden nur wenig zerstreut sein, da der zurückgelegte Weg noch klein, die Zahl der Hindernisse also noch klein war.

Nennen wir den wahrscheinlichen Fehler oder die wahrscheinliche Abweichung eines in AA angelangten Schrotkornes a.

Öffnen wir nun den Boden irgend eines AA-Kompartimentchens, so werden die herunterfallenden Schrotkörner sich links und rechts von der Lotlinie, aus diesem Kompartimentchen niedergelassen, zerstreuen, und jedes Korn eine wahrscheinliche Abweichung oder „Fehler“ zeigen, welchen wir b nennen wollen.

b wird nun für jedes AA-Kompartimentchen den gleichen Wert besitzen, und das Resultat in den BB-Kompartimenten wird das gleiche sein, als vor der Interpolation der AA-Kompartimentchen, und da damals die wahrscheinliche Abweichung eines in BB angelangten Kornes $= q$ war, wird dies auch jetzt noch der Fall sein.

Die Zerstreung der Schrotkörner in BB darf also betrachtet werden als das Resultat der Kombination zweier Zerstreungssysteme.

Wirkte nur das eine derselben, so würde jedes Schrotkorn eine Abweichung a zeigen, wirkte nur das andere, so würde die Abweichung b betragen, wenn aber beide wirken, so erhalten wir eine Abweichung q.

Welche Beziehung besteht nun zwischen a, b und q? Die Antwort lautet $q^2 = a^2 + b^2$.

Hieraus folgt, daß ein System Z, dessen Elemente jedes für sich die Summe eines Paares unabhängiger Abweichungen oder Fehler ist, von denen einer willkürlich einem Normalsystem A, der andere willkürlich einem Normalsystem B entnommen ist, selbst normal sein wird.

Oder, m. a. W.: die Kinder eines Elternpaares, von dem der Mann Teil eines ♂ Normalsystems ausmacht, die Frau Teil eines ♀ Normalsystems, werden selber zusammen ein Normalsystem bilden.

Falls das Q der Kinderkurve $= q$ und die Q's des ♂ und ♀ Normalsystem resp. a und b sind, wird

$$q^2 = a^2 + b^2$$

Mit Hilfe der bis jetzt gefundenen Formeln können wir die statistische Behandlung der Erblichkeitsfrage beginnen.

Sie setzen uns in den Stand mit Geschwisterpopulationen (Fraternities von GALTON) oder anderen Gruppen zu arbeiten, als wären diese Einheiten. Je mehr Individuen die Gruppe enthält, desto genauer werden unsere Resultate, ohne die Berechnungen zu komplizieren.

Sehen wir einmal wie GALTON dies ausführt und wählen wir als Beispiel

Die Erblichkeit der Länge bei Menschen.

Länge ist aus folgenden Gründen ein äußerst geeignetes Untersuchungsobjekt. Sie kann leicht gemessen werden, ist 35 oder 45 Jahre lang so ziemlich konstant, hängt wenig von Verschiedenheiten im Großziehen der Kinder ab, und steht nur in äußerst lockerem Zusammenhang mit der Mortalität.

Länge ist nicht eine Einheit, sondern die Summe der Längen von mehr als 100 verschiedenen Körperteilen, z. B. von 50 verschiedenen Knochenstücken in Schädel, Rückgrat, Pelvis, Beinen, Händen und Füßen, von den Knorpelstücken zwischen diesen Knochen, von den fleischigen Teilen der Haupthaut, der Füße usw.

Diese vielen zusammenhängenden Teile, von denen einige nach Vergrößerung, andere nach Verkleinerung der Länge streben, sind mit den Nagelreihen in GALTONS Zufallsapparat zu vergleichen.

Eine der ersten Komplikationen der Frage besteht darin, daß die Population aus Männern und Frauen zusammengesetzt ist, deren Längen nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Die Kenntnis aber der mittleren Längen von Männern und Frauen lehrt, daß man vergleichbare Zahlen erhält, wenn man jede weibliche Länge mit 1,08 multipliziert.

Eine andere Frage höchster Wichtigkeit ist, ob die Heiratswahl einen relativen Einfluß ausübt. Wenn es unter Männern sowie unter Frauen ein allgemeines Streben gäbe, sich mit den größten der anderen Sexe zu paaren, so würden wir dadurch einen einseitigen Faktor erhalten, welcher unsere Resultate in sehr unerwünschter Weise beeinflussen würde, denn wir versuchen jetzt die Gesetze der Erblichkeit, von jeglichem Einfluß der Selektion befreit, kennen zu lernen.

GALTON konnte aber nachweisen, daß die Länge keinen Einfluß auf die Heiratswahl hat und es ist nicht uninteressant zu bemerken, daß eine einzige Eigenschaft bei Menschen nie Einfluß auf die Heiratswahl ausübt.

GALTON konstatierte dies für Länge, dunklen oder hellen Teint, gute oder schlechte Laune, Augenfarbe und artistischen Geschmack. Eigentlich ist dies selbstverständlich: ein Mann mag besondere Vorliebe für eine kleine Frau besitzen, falls sie aber besonders häßlich ist, ist es leicht möglich, daß er eine große und schöne ihr vorziehen wird. Dagegen ist es wohl sonderbar, daß gute und schlechte Laune keinen Einfluß haben. Meiner Ansicht nach geht daraus nur hervor, daß Männer wie Frauen während der Werbungszeit ihre schlechten Eigenschaften zu verbergen wissen.

Wie dem auch sei, der bloße Nachweis, daß eine einzige Eigenschaft keinen Einfluß auf die Heiratswahl ausübt, genügt für unsere Zwecke.

Bei der Vererbung der Länge, sowie bei jeder anderen Vererbungsfrage bei Menschen, haben wir jedesmal mit der Paarung eines männlichen und eines weiblichen Individuums zu tun.

Zur Vereinfachung der Betrachtungen sprechen wir nicht von den Eltern sondern vom mittleren Elter der Kinder und wir verstehen darunter ein hypothetisches hermaphroditisches Wesen, dessen Länge die Hälfte der Summe der Länge des Vaters und der mit 1,08 multiplizierten Länge der Mutter ist.

Eine weitere wichtige Frage ist diese:

Zeigen die Nachkommen von Eltern ungleicher Länge den Einfluß dieser Ungleichheit oder hängt die Länge der Kinder nur von der Länge des mittleren Elters, wie oben definiert, ab?

Die Antwort auf diese Frage hängt von den Antworten ab, welche wir auf folgende Präpositionen erhalten werden:

Falls die Länge der Kinder nur vom mittleren Elter abhängt, werden Eltern gleicher Länge, und Eltern ungleicher Länge dieselbe Art von Nachkommen erzeugen müssen, wenn nur deren mittlere Länge¹⁾ dieselbe ist.

Falls aber einige Kinder dem einen Elter, andere dem anderen in Länge ähneln, werden die Kinder größere Verschiedenheiten zeigen, wenn die Eltern von verschiedener Länge, als wenn sie von derselben Länge sind.

Aus einem Vergleich zwischen 525 Kindern zum Teil aus unter sich gleich langen, zum Teil aus unter sich verschieden langen Elternpaaren geboren, zieht GALTON den Schluß, daß wir nur mit dem mittleren Elter zu rechnen haben, und daß es für unsere Zwecke gleichgültig ist, ob beide Eltern gleich lang oder verschieden lang sind.

Wir sehen also, daß „Länge“ ein sehr bequemes Untersuchungsobjekt bildet; die einzige schlechte Eigenschaft ist diese, daß die Hälfte der Population weniger als 1,7 inch. vom Mittel abweicht, m. a. W., daß das $Q = 1,7 (\pm 4,25 \text{ cm})$ ist.

Die umstehende Tabelle gibt das Resultat einer Anzahl von Messungen, englischen Stammbäumen entnommen, an. GALTON erhielt diese durch Ansetzung eines Preises von £ 500 für den besten derselben.

Wir werden diese Tabelle mit dem Namen Tabelle der Familien-data andeuten oder mit dem Namen Tabelle 11.

Diese Tabelle gibt also das Verhältnis zwischen dem mittleren Elter und seinen Söhnen resp. seinen zu Sohlängen umgerechneten Töchtern an.

Die Tabelle gibt die Längen von 928 erwachsenen Kindern aus 205 „mittleren Eltern“ geboren, in der Weise, daß sie die Verteilung von der Eigenschaft „Länge“ über die Söhne, von sukzessiven Gruppen von mittleren Eltern gleicher Länge verzeichnet. Die M jeder horizontalen Linie finden wir in der letzten Kolonne.

Die nächstfolgende Tabelle, welche wir mit dem Namen Tabelle der speziellen Data, oder als Tabelle 13 bezeichnen wollen, gibt die Länge zwischen Brüdern an, und ist, da sie auf eigenen Messungen GALTONS beruht, genauer wie Tabelle 11.

Es ist für unsere Zwecke nun äußerst wichtig, die M der allgemeinen Population kennen zu lernen. Sie kann aus der untersten Linie beider Tabellen abgeleitet werden. Nennen wir diese M der allgemeinen Population: P, so erhalten wir

$$\text{für P in Tabelle 11} = 68,2$$

$$\text{„ P „ „ 13} = 68,4.$$

Ein anderer wichtiger Punkt betrifft die Variabilität der **Population**.

Der Wert von Q, für die Länge der Population kann ebenfalls aus der untersten Linie beider Tabellen gefunden werden; sie beträgt für beide: 1,7 inch.²⁾

Von ebenso großer Wichtigkeit ist die Variabilität der mittlern Eltern. Es geht aus der graphischen Vorstellung der beobachteten Längen dieser mittlern Eltern hervor, daß $Q = 1,20 \text{ inch.}$ ist.

$$1) \text{ Mittlere Länge} = \frac{\text{Vaterlänge} + (\text{Mutterlänge} \times 1,08)}{2}$$

2) Eigentlich für die erstere 1,65 inch., aber Abrundung auf 1,7 ist richtiger. Siehe GALTON, p. 93.

Anzahl erwachsener Kinder verschiedener Länge, geboren aus 205 „Mittleren Eltern“ verschiedener Länge.
(Jede weibliche Länge ist mit 1,08 multipliziert.)
Tabelle 11 von GALTON.

Längen der „Mittlern Eltern“ in inches	Längen der erwachsenen Kinder in inches													Totalanzahl		Werte von M	
	Unter- halb	62,2	63,2	64,2	65,2	66,2	67,2	68,2	69,2	70,2	71,2	72,2	73,2	Ober- halb	der erwachse- nen Kinder		der „Mittlern Eltern“
Oberhalb	72,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	4	5 ¹⁾	—
„	72,5	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	7	2	4	19	6	72,2
„	71,5	—	—	—	—	1	3	4	5	10	4	9	2	2	43	11	69,9
„	70,5	1	—	1	—	1	1	3	18	14	7	4	3	3	68	22	69,5
„	69,5	—	—	1	16	17	27	20	33	25	20	11	4	5	183	41	68,9
„	68,5	1	—	7	16	25	31	34	48	21	18	4	3	—	219	49	68,2
„	67,5	—	3	5	15	36	38	28	38	19	11	4	—	—	211	33	67,6
„	66,5	—	3	3	5	17	17	14	13	4	—	—	—	—	78	20	67,2
„	65,5	1	—	9	7	11	11	7	7	5	2	1	—	—	66	12	66,7
„	64,5	1	1	4	1	5	5	—	2	—	—	—	—	—	23	5	65,8
Unterhalb	—	1	—	2	1	2	2	1	1	—	—	—	—	—	14	1	
Totale	5	7	32	59	48	117	138	120	167	99	64	41	17	14	928	205	
M	—	—	—	66,3	67,8	67,9	67,7	67,9	68,3	68,5	69,0	70,0					

1) Dies ist ein Irrtum. 4 Kinder können selbstverständlich nicht 5 mittlere Eltern besitzen. Da die erste horizontale Linie dieser Tabelle aber wegen derselben Anzahl von Kindern doch nicht gebraucht wurde, macht dies nichts aus.

Dabei geht man in folgender Weise zu Werke.

Wir müssen dazu zunächst die Anzahl von mittleren Eltern bestimmter Längen in Prozente umrechnen.

Wir haben 205 mittlere Eltern gemessen, die ersten fünf wurden aber nicht mitgezählt, so daß wir in der Tat nur mit 200 derselben zu tun haben. Wir brauchen also nur die Zahlen der nächstletzten Kolonne von Tabelle 11 durch 2 zu dividieren und finden:

Länge der mittleren Eltern	Zahl der beobachteten Fälle in Proz.
72,5	3
71,5	5,5
70,5	11
69,5	20,5
68,5	24,5
67,5	16,5
66,5	10
65	6
64,5	2,5
unterhalb 64,5	0,5

Um eine aufsteigende Reihe zu erhalten und also die „Summen der Prozente vom Anfang“ angeben zu können, drehen wir die Reihenfolge um und finden:

Länge der mittleren Eltern	Anzahl der beobachteten Fälle in Proz.	Summa vom Anfang an
unterhalb 64,5	2,5	2,5
64,5	6	8,5
65,5	10	18,5
66,5	16,5	35
67,5	24,5	59,5
68,5	20,5	80
69,5	11	91
70,5	5	96,5
71,5	3	99,5

Setze ich nun auf einer horizontalen Achse die Zentigrade und auf einer vertikalen die Längen ab, so erhalte ich folgende graphische Darstellung:

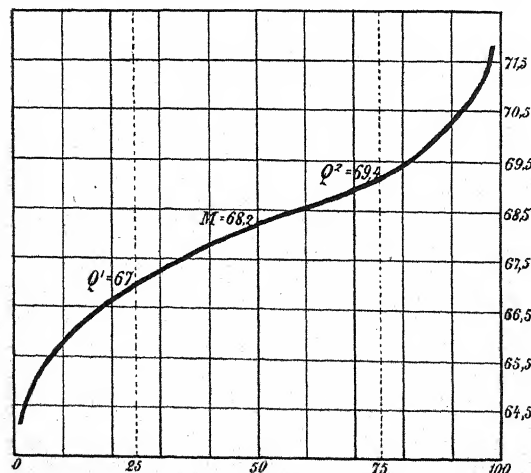


Fig. 48.

$$\text{Da } Q = \frac{1}{2}(Q^2 - Q^1)$$

also $\frac{1}{2}(69,4 - 67) = \frac{1}{2} \times 2,4$ ist, finden wir $Q = 1,20$ inches.

Es fragt sich nun, ob dieser graphisch gefundene Q -Wert auch richtig ist, und wir müssen also zunächst den Genauigkeitsgrad dieser Darstellung kontrollieren.

Wir können dazu erst einmal sehen, ob das M , welches auf unserer graphischen Vorstellung bei 68,2 inches liegt, richtig ist.

Dieses M ist nämlich in einer normalen Kurve dem mathematischen Mittel gleich. Dieses mathematische Mittel können wir bekanntlich finden durch Multiplikation einer jeden Länge mit der in Prozenten ausgedrückten Frequenz ihres Vorkommens und durch Dividieren der Summe dieser Werte durch 100.

Ich erhalte also:

$$\begin{array}{rcl}
 64,5 \times 2,5 & = & 161,25 \\
 65,5 \times 6 & = & 393 \\
 66,5 \times 10 & = & 665 \\
 67,5 \times 16,5 & = & 1113,75 \\
 68,5 \times 24,5 & = & 1678,25 \\
 69,5 \times 20,5 & = & 1424,75 \\
 70,5 \times 11 & = & 775,5 \\
 71,5 \times 5 & = & 393,25 \\
 72,5 \times 3 & = & 217,5 \\
 \hline
 & & 6822,30
 \end{array}$$

dividiert durch 100 gibt: $M = 68,22$, mein konstruiertes M ist also richtig.

Mittels der Abweichungstabelle auf p. 141 kann ich jetzt Q berechnen, denn wenn an zwei Punkten der Kurve die Ordinaten bekannt sind, ist die ganze Kurve bekannt.

Wenn A und B die beiden bekannten Maße sind und $A > B$ ist, während a und b die Abweichungswerte für dieselben Grade in GALTONS Abweichungstabelle sind, so ist:

$$Q = \frac{A - B}{a - b}$$

Wählen wir die Vertikalen bei 91° und 35° z. B., so finde ich in unserer graphischen Darstellung:

$$\begin{array}{l}
 A = 70,5 \\
 B = 68,5
 \end{array}$$

$$\text{also: } A - B = 3$$

In der Abweichungstabelle finde ich:

$$\begin{array}{l}
 a = +1,99 \\
 b = -0,57 \\
 \hline
 a - b = 2,56
 \end{array}$$

also ist: $Q = \frac{3}{2,56} = 1,17$ oder nach oben abgerundet $= 1,2$ inch.

Es sei hier aber gleich bemerkt, daß Intervallen eines ganzen inches zu groß sind um Q genau berechnen zu können, und GALTONS Tabelle also für so große Intervallen keine genauen Resultate gibt.

Glücklicherweise gibt es noch ein anderes Mittel, um den graphisch gefundenen Q-Wert zu kontrollieren.

Wir sahen früher bereits, daß ein System Z, in welchem jedes Element die Summe eines Paares unabhängiger Größen ist, von denen die eine willkürlich einem Normalsystem A, die andere willkürlich einem Normalsystem B entnommen ist, selber normal sein wird.

Wenn das Q des Z-Systemes $= q$ und die Q's der A- und B-Systeme respektive $= a$ und b sind, wird, wie wir sahen:

$$q^2 = a^2 + b^2$$

In dem betrachteten Falle ist das A-System von den Männern der ganzen Population gebildet, das B-System von den Frauen der ganzen Population, zu Männern umgerechnet.

In beiden Systemen ist das $Q = 1,7$ inches.

Wenn also die Männer und (die ungerechneten) Frauen willkürlich paarten, würde das Q in einer Gruppe von Paaren, wo jedes Paar aus einem Paar addierter Längen bestände $= \sqrt{2} \times 1,7 \text{ inches} = 2,41$ inches sein. Das Q einer Gruppe, von welcher jedes Element aber die mittlere Länge eines Paares ist, würde um die Hälfte: also 1,20 inches betragen, was also mit dem graphisch gefundenen Q übereinstimmt.

GALTON hat sich nun bei seinen Untersuchungen weder graphischen Darstellungen, noch Intervallen von 1 inch anvertraut, sondern Q und M stets mathematisch aus allen beobachteten Fällen berechnet. Diese Berechnungen sind sehr kompliziert und für unsere Zwecke überflüssig, da wir diese GALTON-Kurven in der Botanik nicht benutzen, sondern mit Frequenzkurven arbeiten. Falls wir dabei nur unsere Maße in Metern ausdrücken, wissen wir, daß

$$Q = \frac{0,477}{h}$$

wobei 0,477 eine konstante Zahl und $h =$ längste Ordinate $\propto \sqrt{\pi}$.

Ich werde also von jetzt an einfach die von GALTON berechneten Q -Werte benutzen, ohne diese abzuleiten; ich wollte Ihnen nur zeigen, wie man auch auf graphischem Wege dem richtigen Q -Werte sehr nahe kommen kann.

Betrachten wir zunächst einmal die

Variabilität in Co-Fraternitates.

Die sämtlichen erwachsenen Söhne und ungerechneten Töchter¹⁾ desselben mittleren Elters nennen wir eine Fraternitas.

Die sämtlichen erwachsenen Söhne und ungerechneten Töchter einer Gruppe von gleich langen mittleren Eltern nennen wir eine Co-Fraternitas.

Jede horizontale Linie der Tabelle 11 bildet also eine Co-Fraternitas, und gibt die Distribution der Eigenschaft „Länge“ innerhalb dieser Co-Fraternitas an.

Aus drei Gründen werden innerhalb einer Co-Fraternitas größere Differenzen als innerhalb einer Fraternitas angetroffen werden:

1. weil ihre mittleren Eltern nicht genau dieselben Längen haben, sondern eine Differenz von höchstens 1 inch zeigen werden. (Es ist dies eine Folge von unserer Einteilung dieser Eltern in Gruppen von der Amplitude eines inch);
2. weil ihre Großeltern, Urgroßeltern etc. sehr verschieden gewesen sein können;
3. weil die Umstände, unter welchen die Individuen der Co-Fraternitas aufwachsen, größere Verschiedenheit aufweisen als bei den die Fraternitas zusammenstellenden Individuen.

Es zeigt sich nun, daß die Q 's aller Co-Fraternitates ungefähr gleich sind: bei denen von langen mittleren Eltern sind sie etwas größer als bei denen von kurzen, aber die Differenz ist unbedeutend,

diese $Q = 1,5$ inches.

Vergleicht man nun die Längen der Individuen einer Co-Fraternitas mit denen ihrer respektiven mittleren Eltern, so sehen wir, daß diese im allgemeinen mittelmäßiger sind als die der Eltern, d. h. dichter

1) d. h. deren Länge $\propto 1,08$.

beim M der Population liegen. Die Längen der Kinder von mittleren Eltern, welche eine größere Länge als das M der Population besitzen, sind also kleiner als diese Eltern, die Längen der Kinder von mittleren Eltern, welche kürzer als das M der Population sind, größer als diese Eltern.

Es geht dies klar aus unserer Tabelle 11 hervor.

Das M der Population beträgt 68,2.

Mittlere Eltern länger als 68,2 bilden die Gruppen

72,5		72,2
71,5	deren Kinder besitzen ein M von	69,9
70,5		69,5
69,5		68,9
68,5		68,2

sind also kürzer als ihre Eltern.

Mittlere Eltern kürzer als 68,2 bilden die Gruppen

67,5		67,6
66,5	deren Kinder besitzen ein M von	67,2
65,5		66,7
64,5		65,8

sind also länger als ihre Eltern. Diese Erscheinung hat GALTON mit dem Namen: Filiale Regression belegt.

Zehnte Vorlesung.

Erblichkeit (vierte Fortsetzung). Filiale Regression.

Regression und individuelle Varianten als Ausgangspunkte neuer Arten, p. 139. Nach drei Generationen Rückschlag zum Typus. Bruder-Regression, p. 140. Regression als Maß der Verwandtschaft, p. 141. Tabelle zur genauen Konstruktion einer Normalkurve, p. 141. Vererbung in einer Population, p. 142. Weshalb sind aufeinanderfolgende Generationen einer Population einander gleich? p. 142. Vererbung von Augenfarbe und Artistizität, p. 144. Vererbung ist partikulär und alternativ, p. 144. Der Einfluß der Ahnen, p. 144. Berechnung beruht auf Regressionsgröße, p. 145. Ist Konstitution eines Lebewesens eine Funktion der Konstitutionen seiner Ahnen? p. 146. Einfluß der Ahnen bei MENDELSchen Hybriden, p. 146. Notwendigkeit in Vererbungsfragen mit reinen Sippen zu arbeiten, p. 148. JOHANNSENS Bohnenversuche mit reinen Linien, p. 149. GALTONs Regression beruht nach JOHANNSEN auf einer unwillkürlichen Auswahl bestimmter Sippen aus einem Sippengemisch, p. 150.

Mit der Hilfe der Tabelle 11, können wir die M's der verschiedenen Co-Fraternitates mit der Länge ihrer respektiven mittleren Eltern vergleichen.

Am leichtesten geschieht dies mittels einer graphischen Darstellung (Fig. 49, p. 138).

Auf der Vertikalachse zeichnen wir die Längen der „mittleren Eltern“ ein, und geben auf horizontalen, durch diese Punkte gezogenen Linien, mittels einfacher Punkte die M's der aus diesen mittleren Eltern geborenen Co-Fraternitates an.

Diese M-Werte können wir mit Hilfe der Zahlen auf der Horizontalachse ablesen; so hat z. B. der Punkt auf der oberen horizontalen Linie

den Wert 72,2 und wir müssen also in unserer Tabelle finden, daß das M der aus einer Gruppe von 72,5 inches langen mittleren Eltern hervorgegangenen Co-Fraternitas 72,2 beträgt. Wie wir sehen, stimmt das.

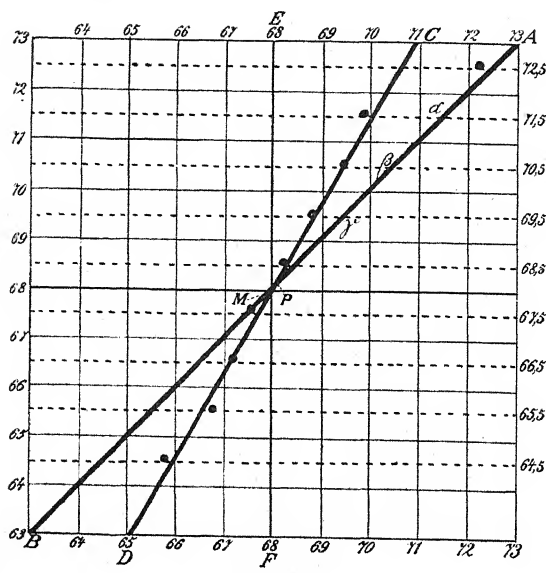


Fig. 49.

Verbinden wir nun diese M-Punkte miteinander, so sehen wir, daß dieselben, mit der einzelnen Ausnahme¹⁾ des oberen Punktes, so ziemlich in einer geraden Linie liegen.

Ziehen wir nun eine Linie AB durch diejenigen Punkte, wo die Grade auf der Horizontalachse denen auf der Vertikalachse gleich sind, (z. B. Punkt α auf der Horizontallinie ergibt 71,5, auf der Vertikallinie ebenfalls 71,5), so erhalten wir eine gerade Linie, welche in die Diagonale des Vierecks verläuft.

Diese Linie würde die mittleren Längen der Söhne verbinden, falls diese genau so lang wären wie ihre mittleren Eltern,

z. B. mittlerer Elter	= 71,5	M der Nachkommen	= α oder 71,5
" " "	" = 70,5	" " "	= β " 70,5
" " "	" = 69,5	" " "	= γ " 69,5

Wie wir aber sehen, trifft dies nicht zu. Wenn es zuträfe, würden AB und CD identisch sein.

Da aber AB nicht mit CD identisch ist, gleichen die Söhne den mittleren Eltern nicht vollkommen.

Nähere Betrachtung zeigt, daß AB die Linie CD in einem Punkte schneidet, der so ziemlich mit dem Wert $68\frac{1}{4}$ übereinstimmt, gleichviel ob man auf einer horizontalen oder auf einer vertikalen Linie abliest. Es ist dies der Wert P oder das M der ganzen Population.

M. a. W. nur die Söhne von Eltern mittlerer Länge werden diesen Eltern im allgemeinen gleich sein.

Ziehen wir eine vertikale EMF durch F, und sei ECA eine willkürliche horizontale Linie, welche ME bei E, MC bei C und MA bei A schneidet, so wird die Relation $EC : EA$ konstant sein, welche Stellung ECA auch einnehmen möge. Dieses stimmt immer, sei es, daß ECA ober- oder unterhalb M gezogen wird.

M. a. W. die Relation zwischen der Abweichung des mittleren Sohnes und der des mittleren Elters ist konstant, wie groß oder wie klein die Abweichung des mittleren Elters auch sein möge.

1) Diese Ausnahme ist wohl durch eine falsche Messung verursacht.

Diese Relation beträgt $2:3^1$, daß heißt die Abweichung der Söhne von P, beträgt in Mittel nur $\frac{2}{3}$ von der Abweichung der mittleren Eltern von P.

Man nennt diese Relation $2:3$ die Regression der Söhne oder kurzweg Regression.

Die Regression beträgt also $\frac{2}{3}$. Es ist dies eine sehr wichtige Erscheinung.

Weil die Linie, welche die Regressionspunkte unseres Schemas miteinander verbindet, eine grade Linie ist, sagen wir, daß die Regression gradlinig verläuft.

Dies gibt uns wieder ein Mittel zu bestimmen, ob die MENDEL-PEARSONSche Theorie der reinen Gameten eine Erklärung für die beobachteten Tatsachen bringen kann.

Ist die Regression nach dieser Theorie gradlinig oder nicht? PEARSON hat diese Regression berechnet und findet, daß die Regression dieser Theorie nach nicht nach einer graden Linie, sondern nach einer Hyperbel verlaufen muß, eine Hyperbel aber, welche für die große Mehrheit der Population so wenig von einer graden Linie abweicht, daß was dies betrifft kein Grund vorhanden ist, die MENDELSche Theorie zu verwerfen, zumal nicht, wenn man mögliche „Unreinheiten“ in Betracht zieht²⁾.

GALTON fand also, daß die Regression der mittleren Elternlänge auf die mittlere Söhnelänge $\frac{2}{3}$ beträgt.

Da beide Eltern in gleichem Maße zu dieser Größe beitragen, kann die Kontribution des einen Elters nur die Hälfte betragen und würde also die Regression von einem Elter, auf die mittlere Sohnlänge $\frac{1}{3}$ betragen müssen. Die von GALTON gesammelten Daten sind aber noch nicht zahlreich genug um dies festzustellen.

Die Wichtigkeit dieser Regression liegt darin, daß, wenn dies richtig und unabänderlich ist, eine Variante nie Ausgangspunkt für eine neue Art sein kann, da die Abweichung vom Mittel — d. h. also die Variante — innerhalb drei Generationen zum Mittel zurückkehrt.

Dies läßt sich leicht graphisch demonstrieren:

In einem in üblicher Weise konstruierten (siehe Fig. 50) Regressionsschema würde D die Abweichung darstellen,

wenn die Kinder genau so lang wären als die Eltern. R_1 zeigt die Regression der mittleren Eltern zu ihren Kindern, welche also $\frac{2}{3}$ D beträgt, R_2 die Regression

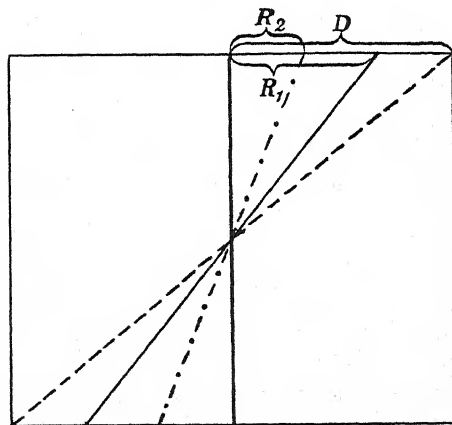


Fig. 50.

1) In der graphischen Darstellung eigentlich $\frac{3}{5}$ also $\frac{9}{15}$; $\frac{2}{3} = \frac{10}{15}$ ist aber wie GALTON mathematisch nachwies, richtiger.

2) Sehr eigentümliche Abweichungen erwähnt PEARSON auf S. 83 seines Memoirs; sie können vielleicht erklären, weshalb bei Mutanten keine Regression stattfindet; ich bin leider zu wenig Mathematiker um die Sache recht zu verstehen.

in der nächsten Generation also von mittleren Eltern zu Enkeln, diese beträgt $\frac{1}{3}$ D, die nächste Generation würde die Abweichung zu Null reduzieren.

In drei Generationen also, von mittleren Eltern zu Urenkeln, reduziert die Regression die Abweichung bis auf 0.

Das heißt also: nach drei Generationen zeigen die Nachkommen einer extremen Variante dasselbe M, wie die Population, welcher dieses entnommen wurde.

Die Erscheinung der Regression ist nicht auf Eltern und Kinder beschränkt. Sie gilt z. B. auch bei Brüdern. Wenn eine bekannte Person besonders lang ist, d. h. stark vom M der Population, zu welcher er gehört, abweicht, werden seine Brüder im Mittel nicht so viel von M abweichen.

Wir können, wie wir das früher für filiale Regression gemacht haben, auch für Bruderregression eine graphische Darstellung machen.

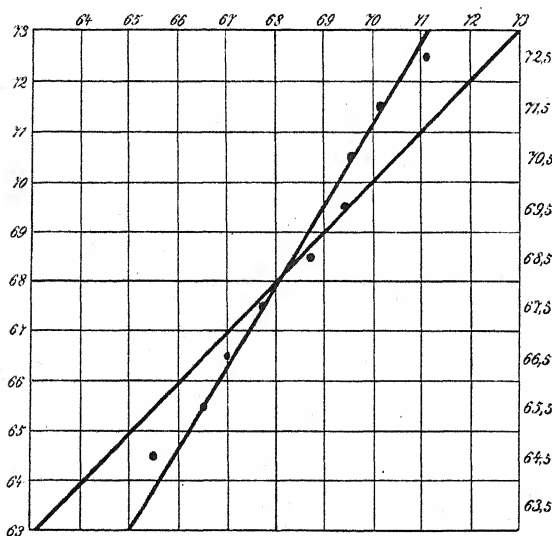


Fig. 51.

Benutzen wir dazu die Data der Tabelle 13, so erhalten wir nebenstehendes Schema.

Es geht daraus hervor, daß auch die Bruderregression $\frac{2}{3}$ ¹⁾ beträgt.

Diese Bruderregression wird durch zwei kontrastierende

Neigungen verursacht, die eine geht dahin, dem bekannten Bruder, die andere seiner Rasse möglichst ähnlich zu sein; erstere also trachtet ebensoviel von P abzuweichen, wie sein Bruder, letz-

tere P möglichst nahe zu bleiben.

Wir haben also Bruderregression und Sohnregression kennen gelernt; überdies gibt es noch Elternregression, das heißt, wenn ein bestimmter Sohn eine Abweichung D von P zeigt, so wird sein mittlerer Elter weniger als D von P abweichen. Es stellt sich nun heraus, daß der mittlere Elter eines Mannes, der D von P abweicht, nur $\frac{1}{3}$ D von P abweicht.

Es gibt also Regression von Eltern zu Söhnen, von Söhnen zu Eltern und von Bruder zu Bruder.

Das sind die einzig möglichen Verwandtschaftslinien n. l. absteigend, aufsteigend und kollateral.

Demnach muß es eine allgemeine Regel sein, daß ein mir unbekannter Verwandter x-beliebigen Grades eines mir bekannten Mannes

¹⁾ In der graphischen Darstellung eigentlich etwas mehr wie $\frac{3}{5}$, also $\frac{9}{15}$; $\frac{2}{3} = \frac{10}{15}$ ist aber, wie GALTON mathematisch nachwies, genauer.

im allgemeinen weniger von P abweichen muß wie er, d. h. weniger exzeptionell sein wird.

Sei $P \pm D$, die Länge des mir bekannten Mannes, und $P \pm D^1$, die Länge von einem seiner, mir unbekannten, Verwandten, so kann man, falls man weiter nichts weiß, eine Wette wagen, daß D^1 kleiner als D sein wird, aber nicht, daß der unbekannte Mann kleiner als sein Bruder sein wird, denn falls D^1 , das Minuszeichen führt, wird er größer sein.

Die Regression gibt ein bequemes Maß für Familienverwandschaft. Es berechnete GALTON die Regression:

von mittlerem Elter auf Söhne	zu $\frac{2}{3}$
von Brüdern zu Brüdern	" $\frac{2}{3}$
von Vätern zu Söhnen oder Söhnen zu Vätern	" $\frac{1}{3}$
von Onkeln zu Neffen oder von Neffen zu Onkeln	" $\frac{2}{9}$
von Enkeln zu Großeltern	" $\frac{1}{9}$
von Neffen zu Neffen	" $\frac{2}{27}$

Wir sehen also, daß Väter und Söhne nur die halbe Blutsverwandschaft von Brüdern besitzen; Onkel und Nefte zeigen nur $\frac{1}{3}$ der zwischen Brüdern existierenden Verwandschaft usw.

Bevor wir nun das bei der Frage nach der Vererbung in einer Population Gefundene verwenden, ist es nötig zu wissen, wie man, wenn Q bekannt ist, ein Distributionsschema genau zeichnen kann.

Wir machen dabei von dem früher erörterten Umstande Gebrauch, daß Abweichungskurve und Distributionskurve identisch sind.

Mittels folgender Tabelle nun können wir die Abweichungskurve für jeden beliebigen Q -Wert konstruieren.

Deviationen einer normalen Abweichungskurve, bei welcher die Zentigrade von 0° — 100° verlaufen und bei welcher $Q=1$.

Grade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	— ∞	— 3,45	— 3,05	— 2,79	— 2,60	— 2,44	— 2,31	— 2,19	— 2,08	— 1,99
10	— 1,90	— 1,82	— 1,74	— 1,67	— 1,60	— 1,54	— 1,47	— 1,42	— 1,36	— 1,30
20	— 1,25	— 1,20	— 1,15	— 1,10	— 1,05	— 1,00	— 0,95	— 0,91	— 0,86	— 0,82
30	— 0,78	— 0,74	— 0,69	— 0,65	— 0,61	— 0,57	— 0,53	— 0,49	— 0,45	— 0,41
40	— 0,38	— 0,34	— 0,30	— 0,26	— 0,22	— 0,19	— 0,15	— 0,11	— 0,07	— 0,04
50	0,00	+ 0,04	+ 0,07	+ 0,11	+ 0,15	+ 0,19	+ 0,22	+ 0,26	+ 0,30	+ 0,34
60	+ 0,38	+ 0,41	+ 0,45	+ 0,49	+ 0,53	+ 0,57	+ 0,61	+ 0,65	+ 0,69	+ 0,74
70	+ 0,78	+ 0,82	+ 0,86	+ 0,91	+ 0,95	+ 1,00	+ 1,05	+ 1,10	+ 1,15	+ 1,20
80	+ 1,25	+ 1,30	+ 1,36	+ 1,42	+ 1,47	+ 1,54	+ 1,60	+ 1,67	+ 1,74	+ 1,82
90	+ 1,90	+ 1,99	+ 2,08	+ 2,19	+ 2,31	+ 2,44	+ 2,60	+ 2,79	+ 3,05	+ 3,45

Bei 10° beträgt die Abweichung also — 1,90; bei 11° — 1,82° etc. wenn $Q=1$.

Ist nun Q z. B. = 1,7, so werden alle Maße mit 1,7 multipliziert, bei 10° ist dann die Abweichung — 1,90 \times 1,7 etc.

Bei einer Abweichungskurve mit $Q=1,5$ werden die Maße mit 1,5 multipliziert etc.

Mit Hilfe dieser Tabelle können wir also jede Kurve konstruieren.

Wir finden z. B. für eine Kurve, deren $Q = 1,7$ die Abweichung bei

$0^\circ = -\infty$
$10^\circ = -3,23$
$20^\circ = -2,125$
$30^\circ = -1,326$
$40^\circ = -0,646$
$50^\circ = \pm 0$
$60^\circ = +0,646$
$70^\circ = +1,326$
$80^\circ = +2,125$
$90^\circ = +3,23$
$100^\circ = +\infty$

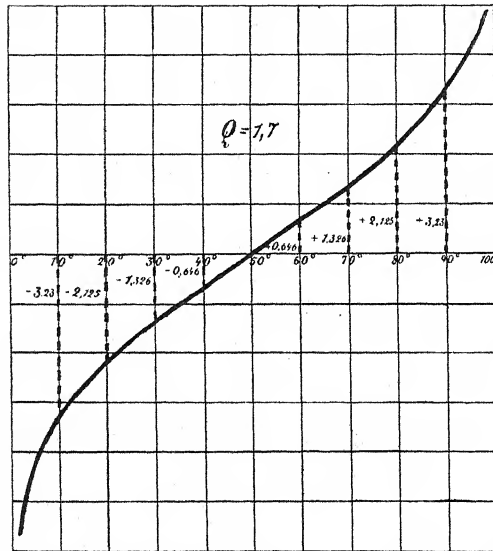


Fig. 52.

Zeichnen wir also auf Millimeterpapier eine horizontale Zentigradachse und lassen wir bei Punkt 10 eine Vertikale von 3,23, bei 20° eine von $-2,125$ usw. nieder, richten wir an der anderen Seite von Punkt 50 entsprechende Vertikalen auf, und verbinden wir die Endpunkte dieser Vertikalen miteinander, so erhalten wir nebenstehende Kurve mit einem $Q = 1,7$. Da man, wenn man will, die Abweichung für jeden Grad berechnen kann, kann man diese Kurve so genau zeichnen, wie man verlangt.

Recht bequem ist es, sich so eine Anzahl von Kurven zu konstruieren und auszuschneiden; braucht man dann ein Distributionsschema mit entsprechendem Q , so hat man die Kurve nur nachzuziehen, und soweit oberhalb der Abszissenachse einzuzeichnen als das M der betreffenden Population beträgt. Schreiten wir jetzt zur

Vererbung in einer Population.

Betrachten wir also die aufeinander folgenden Generationen eines Volkes.

Wir sind viel zu viel geneigt täglich vorkommende Sachen als selbstverständlich d. h. als nicht der Erklärung bedürftig zu betrachten, während öfters die Erklärung gar nicht leicht ist.

Weshalb sind zwei große Personengruppen, verschiedenen Generationen der gleichen Rasse entnommen, einander so auffallend ähnlich?

M. a. W.: Weshalb sind die zur Generation unserer Eltern gehörigen Holländer ungefähr ebenso wie wir sind?

In jeder Generation gibt es lange und kurze, dunkle und blonde Personen, und das Verhältnis, in dem sie angetroffen werden, ist konstant. Woher kommt das?

Dies kann nicht dadurch verursacht werden, daß jedes Individuum sich in seinen Kindern wiederholt, denn das Gesetz der Regression hat uns schon das Gegenteil gelehrt.

Woher kommt es dann?

Unsere Tabellen belehren uns über diesen Punkt.

Die Männer und Frauen der ersten Generation, deren M den Wert P (hier $68\frac{1}{4}$ inches) hat und deren Q = 1,7 inches, haben sich willkürlich (in bezug auf die Länge) miteinander verheiratet und bilden so ein „System mittlerer Eltern“.

Dieses System hat selbstverständlich dasselbe M wie die allgemeine Population, sein Q ist aber verschieden; wie wir sahen

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \times 1,7 \text{ inches} = 1,2 \text{ inches.}$$

Wir sahen weiter, daß, wenn wir die mittleren Eltern zu gleich langen Gruppen vereinigen, und deren Länge in $P + (\pm D)$ ausdrücken, jede dieser Gruppen einer Co-Fraternitas das Dasein gibt, deren M den Wert $P + (\pm \frac{2}{3} D)$ besitzt.

Das System, in dem jedes Element eine Co-Fraternitas ist, muß dasselbe M wie früher haben, also: $68\frac{1}{4}$ inches, sein Q wird aber wieder reduziert sein und zwar von 1,2 inches zu $\frac{2}{3} \times 1,2$ inches oder zu 0,8 inches.

Wir sahen weiter (p. 136), daß das Q einer jeden Co-Fraternitas 1,5 inches beträgt, daß also die individuellen Co-Fraters vom M der Co-Fraternitas, der sie angehören, mit einem Q von 1,5 inches abweichen.

Die Summe aller Co-Fraters bildet die Population der zweiten Generation. Daraus folgt, daß die Glieder der zweiten Generation ein System bilden, das ein M von $68\frac{1}{4}$ inches und ein

$$q^2 = a^2 + b^2 \text{ also:}$$

$$Q = \sqrt{(0,8)^2 + (1,5)^2} = 1,7 \text{ inches hat.}$$

Diese Werte von M und Q sind identisch mit denen der ersten Generation, und also ist der Grund der Ähnlichkeit beider Generationen eruiert.

Als Resultat erhalten wir also:

Bei nicht von Selektion, von Veränderung äußerer Bedingungen oder von irgend einem anderen Faktor beeinflusster Vererbung, also bei normaler Vererbung bleibt die Variabilität in aufeinander folgenden Generationen konstant.

Wir sehen, daß die Erfahrungen MENDELS und GALTONS darin übereinstimmen, daß ein Lebewesen nicht eine Einheit, sondern ein Aggregat von Einheiten ist.

Ohne weiteres lassen sich aber GALTONS Versuche mit denen von MENDEL nicht vergleichen, denn GALTON untersuchte die Vererbung eines Merkmals (Länge) das nur in verschiedener Intensität (größer oder kleiner) bei verschiedenen Individuen vorkommt, während MENDEL die Vererbung verschiedener Merkmale untersuchte. Nennt man die eine Eigenschaft A, die andere B, und drückt man eine größere Intensität durch A, eine kleinere durch a aus, so paarte GALTON A mit a-Individuen, MENDEL A- mit B-Individuen; überdies ist A mit a mischbar, d. h. der Nachkomme könnte z. B. eine Länge $\frac{A+a}{2}$ besitzen, während A und B antagonistisch sind.

Aber GALTONS Untersuchungen erstreckten sich nicht bloß auf A- und a-Fällen, sondern auch auf A und B Fälle. Bekanntlich haben Kinder von Eltern, von denen einer blaue und der andere braune Augen hat, in der Regel nicht mischfarbige Augen, sondern einige blaue, andere braune Augen. Es wurde also von GALTON die Vererbung der Augenfarbe untersucht, wobei er zu genau denselben Resultaten gelangte, wie bei der Vererbung von Länge, auch für andere Eigenschaften wie Artistizität etc. erhält er dieselben Ergebnisse. Überdies fragt es sich sehr, ob ein wesentlicher Unterschied zwischen Längervererbung und Augenfarbe etc. überhaupt existiert, denn auch bei dieser Eigenschaft haben wir wohl nicht mit einer einfachen Blendung zu tun, dazu besteht Länge, wie wir sahen, aus zu vielen Faktoren: es ist wohl von einem Elter z. B. ein langer Wirbel ererbt, vom anderen eine kurze Tibia usw.

In beiden Fällen liegt also wohl eine alternative Vererbung vor, d. h. daß einige Eigenschaften vom Vater, andere von der Mutter ererbt worden sind.

Wir können also sagen, daß, abgesehen von noch wohl ungenügend bekannter Blendung, sowohl MENDEL wie GALTON zum Resultat gelangen, daß

Vererbung partikulär und alternativ ist, d. h. daß kleine Partikelchen (die gesonderten Eigenschaften) des Kindes zum Teil von dem einen, zum Teil von dem anderen Elter herrühren.

Dennoch bestehen zwischen beiden Auffassungen prinzipielle Unterschiede und zwar zweierlei Art:

1. über den Einfluß der Ahnen,
2. über die Art der von den Lebewesen produzierten Gameten.

Der Einfluß der Ahnen.

Die Frage ist zumal in der züchterischen Praxis von größter Wichtigkeit.

Man will z. B. einen milchreichen Viehschlag züchten. Wie soll man da seine Zuchttiere auswählen? Es hat die Erfahrung gelehrt, daß sowohl bei einem Stier, wie bei einer Kuh gewisse Milchzeichen, wie man das nennt, vorkommen. Eins der wichtigeren derselben ist der sogenannte Milchspiegel, d. h. eine Gegend unter dem Schwanz, welche durch den der gewöhnlichen Richtung entgegengesetzten Haarverlauf charakterisiert ist.

Nehmen wir den Fall eines Züchters, im Besitz einer größeren Herde, welche zum Teil aus Tieren mit bekannten Ahnen, sogenanntem Herdbuchvieh, besteht zum Teil aus solchen, deren Ahnen er nicht kennt. Bei Durchmusterung seiner Herde findet er sowohl unter seinem Herdebuchvieh, sowie unter seinem sonstigen Vieh ein Paar mit erstklassigen Milchzeichen. Von welchem Paare wird er nun weiter züchten? Zweifellos von dem dem Herdbuchvieh angehörigen Paare.

Der Züchter legt nämlich großen Wert auf die Kenntnis der Ahnen seiner Zuchttiere, und das liegt auf der Hand, denn ein x-beliebiges Tier mit guten Milchzeichen kann eine Ausnahme in einer sonst schlechten Sippe sein, während er von seinem Herdebuchvieh weiß, daß das Tier einer Sippe angehört, in welcher diese Milchzeichen allgemein angetroffen werden.

Der Züchter ist nun überzeugt, daß im letzteren Falle die Vererbung der betreffenden Eigenschaft sicherer ist, als im ersteren. Er glaubt also an einen Einfluß der Ahnen.

Diesen Einfluß der Ahnen versuchte GALTON aus der Regression zu berechnen. Aus dieser folgt, daß die Eigentümlichkeit eines Mannes die Anwesenheit einer dreimal kleineren Eigentümlichkeit bei seinem mittlern Elter voraussetzt.

Nennt man die Eigentümlichkeit des mittleren Elters D , so wird diese Eigentümlichkeit beim mittleren Elter dieses mittleren Elters, also beim mittleren Großelter des betreffenden Mannes $\frac{1}{3}D$ betragen; die von mittlern Urgroßelter $\frac{1}{9}D$ etc. Demnach beträgt die gesamte vererbare Quantität:

$$D \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \text{etc.}\right) = D \frac{3}{2}$$

Erreichen nun die Erbportionen der sukzessiven Generationen das Kind ohne jegliche Verminderung?

Offenbar nicht, eine Verminderung muß stattfinden, denn von der vererbaren Quantität $\frac{3}{2}D$ erhalten die Kinder nur $\frac{2}{3}D$.

Es gibt also zwei Möglichkeiten: entweder wird die Erbschaft einer jeden Ahnengeneration gleichmäßig vermindert, oder es wird sozusagen eine Erbsteuer bei jeder Vererbung erhoben, ohne Rücksicht darauf, ob die Erbschaft von einem Vater, einem Großvater oder von einem weiter entfernten Ahnen herrührt.

Im ersteren Falle muß jede Erbschaft zu $\frac{4}{9}$ des Originalwerts reduziert werden, denn $\frac{3}{2} \times \frac{4}{9} = \frac{2}{3}$; im letzteren Falle wird, wenn z. B. bei jeder Vererbung eine Steuer von $\frac{1}{r}$ des Betrages erhoben wird, die wirkliche Erbschaft betragen:

$D \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{3r^2} + \frac{1}{3^2r^3} + \text{etc.} \right) = D \frac{3}{3r-1}$ und da dies $\frac{2}{3}D$ gleich sein muß, ist $\frac{1}{r} = \frac{6}{11}$.

Da nun $\frac{4}{9}$ und $\frac{6}{11}$ so ziemlich $\frac{1}{2}$ betragen, nimmt GALTON an, daß der Einfluß des mittleren Elters $\frac{1}{2}$ ist, der des individuellen Elters $\frac{1}{4}$ der des individuellen Großelters $\frac{1}{16}$ etc.

Demnach erhalten wir

von unsren zwei Eltern	$2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$
" " vier Großeltern	$4 \times \frac{1}{16} = \frac{1}{4}$
" " acht Urgroßeltern	$8 \times \frac{1}{64} = \frac{1}{8}$
	$\frac{7}{8}$

und den Rest von früheren Ahnen.

Die Summe der Beiträge der Ahnen zu unsrer Konstitution beträgt also

$$\Sigma \left\{ \frac{1}{2} + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^3 + \left(\frac{1}{2}\right)^4 \text{ etc.} \right\}.$$

Wie wir sehen, hängen diese Zahlen von der Regressionszahl ab; ist diese richtig, so können die berechneten Zahlen es auch sein, ist sie nicht richtig, so sind die Zahlen es gewiß auch nicht.

Nach PEARSON sollen denn auch die Beiträge der Eltern 0,3, der Großeltern 0,15, der Urgroßeltern 0,075 beitragen.

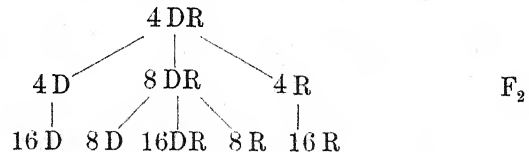
Wenn wir also, was offenbar noch nicht der Fall ist, die Regression genau kannten, würde die Konstitution der lebenden Wesen eine in Zahlen ausdrückbare Funktion der Konstitution der verschiedenen Ahnengenerationen sein.

Dies wird von den Anhängern Mendelscher Auffassungen geleugnet. Nicht daß sie jeden Einfluß der Ahnen leugnen, sondern nach ihnen ist die Konstitution der Lebewesen nicht eine Funktion der Konstitution der Ahnen, sondern eine der von diesen produzierten Gameten, und dies ist, wie wir bald sehen werden, etwas ganz anderes.

Den Einfluß der Ahnen überhaupt zu leugnen, wäre, wie YULE (1902) ganz richtig bemerkt, nicht möglich, weil erstens MENDEL selber mit Reinzuchtexemplaren, deren Konstanz er kannte, also mit Herdbuchvieh arbeitete, zweitens weil auch bei seinen Versuchen ein, wenn auch schwacher Einfluß der Ahnen bemerkbar war, obgleich bei diesen Versuchen nicht freie Paarung, wie bei Menschen, sondern Selbstbefruchtung stattfand.

Wir wollen also zeigen, daß sogar bei Selbstbestäubung, wie sie bei den MENDELSchen Versuchen stattfand, es einen Unterschied macht, ob die Ahnen bekannt sind oder nicht.

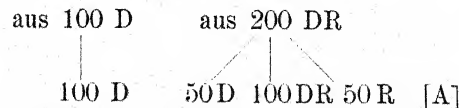
Rufen wir uns MENDELS Schema ins Gedächtnis zurück.



Erinnern wir uns, daß wir die DR-Pflanzen nicht von den R-Pflanzen unterscheiden können.

Wir erhalten nun z. B. von irgend einem Liebhaber 300 Samen von Dominanten, über deren Herkunft wir nichts wissen. Da der betreffende Liebhaber nicht zwischen D und DR unterscheiden konnte, hat er D- und DR-Samen untereinander gemischt. Wir nehmen nun an, daß unsere 300 Samen 100 D- und 200 DR-Samen aus F₂ enthielten.

Ihre Nachkommen werden also ergeben



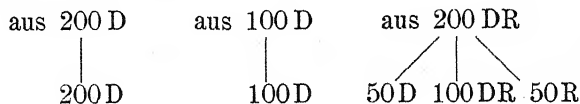
Da ich aber die D-Pflanzen nicht von den DR-Pflanzen unterscheiden kann, so werde ich meinen, aus meinen 300 Samen 250 Dominanten und 50 Rezessivisten erhalten zu haben.

Ich werde also sagen, daß die Chance aus einem dominierenden Samen einen Dominant zu erhalten, $\frac{250}{300}$ oder $\frac{5}{6}$ beträgt.

Die so erhaltenen 250 Dominanten, deren Eltern ich also kenne, und von denen ich, da ich die Rezessivisten ausrottete, zu wissen glaube, daß sie ebenfalls Dominanten seien, lasse ich sich selbst bestäuben. Ich ernte später 500 Samen.

Diese 500 Samen bestanden demnach (vergleiche A) aus 200 D-Samen, 100 D-Samen und 200 DR-Samen, was ich aber nicht weiß.

Ich werde also erhalten:



und da ich die D-Pflanzen von den DR-Pflanzen nicht unterscheiden kann, so werde ich meinen, aus 500 von Dominanten geernteten Samen 450 Dominanten erzogen zu haben.

Meine Chance aus einem Samen eines Dominanten, dessen Eltern ich ebenfalls für Dominanten halte, wieder Dominanten zu erhalten, beträgt also $\frac{450}{500} = \frac{9}{10}$.

Aus Samen von Dominanten völlig unbekannter Herkunft beträgt die Chance auf Dominanten $\frac{5}{6}$ oder $\frac{50}{60}$.

Aus Samen von Dominanten, deren Eltern anscheinend ebenfalls Dominanten sind, beträgt dieselbe $\frac{9}{10}$ oder $\frac{54}{60}$.

Wenn ich also die Eltern kenne, ist meine Chance größer als ohne diese Wissenschaft.

Bringen wir nun noch die MENDELSchen Versuche in eine Form, in der sie mit den GALTONSchen Auffassungen vergleichbar sind.

Dazu muß der Faktor willkürlicher Vermischung in jeder Generation eingeführt werden.

Die Nachkommen der ersten 300 Samen, von deren Herkunft ich nichts wußte, werden also durch die willkürliche Vermischung von Gameten entstanden sein, welche von 100 D- und von 200 DR-Pflanzen herrührten.

Die 200 DR-Pflanzen bringen gleiche Quantitäten D- und R-Gameten hervor, und dürfen also in dieser Hinsicht betrachtet werden als 100 D- und 100 R-Pflanzen.

Aus den 200 D-Pflanzen werden also, da diese Gameten entweder untereinander oder mit R-Gameten paaren, 100 D-Pflanzen und 100 DR-Pflanzen entstehen, aus den 100 R-Pflanzen aus gleichem Grunde 50 DR-Pflanzen und 50 R-Pflanzen.

Die 300 Samen, von denen wir ausgingen, werden also, da wir die D- und DR-Pflanzen nicht voneinander unterscheiden können, 250 Dominanten und 50 Rezessiven liefern. Das Resultat ist also, daß die Chance, aus den Samen einer dominierenden Pflanze völlig unbekannter Herkunft Dominanten zu erhalten, $\frac{250}{300}$ oder $\frac{5}{6}$ beträgt.

Ernten wir nun von unseren 250 Dominanten 500 Samen, so werden diese, da diesmal 200 D- und 300 DR-Samen sich darunter befinden, bei willkürlicher Vermischung 425 „Dominanten“ liefern, die Chance wird also $\frac{425}{500}$ oder $\frac{51}{60}$ betragen.

Also: bei Kenntnis der Eltern beträgt die Chance $\frac{51}{60}$,
bei Nichtkenntnis derselben $\frac{50}{60}$.

Bei willkürlicher Vermischung also nimmt auch mit der Kenntnis der Eltern die Chance auf die Erhaltung einer gewünschten Nachkommenschaft zu.

Bis zu welchem Grade nun kann uns die Kenntnis der Ahnen nützen? Nicht so sehr weit, wie aus dem Folgendem hervorgeht.

Sei T_n die Gesamtzahl der Dominanten, welche in der n^{ten} Generation eines Stammbaumes vorkommen, in dem sämtliche Eltern in einer Linie, z. B. in der männlichen, Dominanten waren, und seien p_n von diesen T_n -Dominanten D-Pflanzen, i_n DR-Pflanzen, so sehen wir nach einiger Berechnung (YULE l. c. S. 226), daß die Chance (C_n) einer dominierenden Form der n^{ten} Generation, dominierende Nachkommen zu erhalten,

$$1 - \frac{1}{8 C_{n-1}}$$

beträgt, also ist:

$$C_n = 1 - \frac{1}{8 C_{n-1}}$$

in welcher Formel

$$C_n = \frac{T_{n+1}}{T_n}.$$

Berechnet man diese Chancen, so bekommt man:

bei Nichtkenntnis der Eltern (wie wir früher sahen)	$C_1 = 5/6$ oder 0,83333
bei Kenntnis der Eltern	$C_2 = 0,85000$
" " „ Großeltern	$C_3 = 0,85294$
" " „ Urgroßeltern	$C_4 = 0,85345$
" " „ Ururgroßeltern	$C_5 = 0,85354$

In bezug auf die Ahnen sehen wir also:

1. Die Chance, daß ein Dominant einen Dominanten liefert, wird größer, wenn die Ahnen ebenfalls Dominanten sind.
2. Es ist von geringem Interesse, mehr als einige wenige Ahnen-Generationen zu kennen.

Wenn wir also einen gewissen Einfluß der Ahnen konstatieren, so folgt daraus noch keineswegs, daß sich dieser Einfluß zahlenmäßig in GALTONSchem Sinne ausdrücken läßt. Wir haben bereits gesehen, daß GALTON und PEARSON zu anderen Resultaten gelangen, weil sie eine verschiedene Regressionsgröße annehmen. In letzter Zeit hat nun JOHANNSEN behauptet, daß die wahrgenommene Regression nur eine Folge davon ist, daß GALTON und PEARSON nicht mit einer einheitlichen, sondern mit einer gemischten Population arbeiteten.

Wenn das so ist, behält die Regression möglicherweise ihren Wert für Evolutionstheorien, denn dort haben wir wohl immer mit gemischten Populationen zu tun. Für normale Vererbung aber ist es dann offenbar unmöglich, mit ihrer Hilfe die Kontributionen der einzelnen Ahnen zu unseren Eigenschaften zu berechnen.

Mit Recht sagt JOHANNSEN, daß man in Vererbungsfragen zunächst mit reinen Sippen arbeiten muß. Ist das nun bei der englischen Bevölkerung, mit welcher GALTON arbeitet, der Fall?

Keineswegs. Kelten, Anglosachsen, Normannen, Franzosen etc. sind im englischen Volke vermischt, und es fragt sich also: Kann die von GALTON beobachtete Regression eine Folge dieser Vermischung sein?

Um diesen Punkt zu erörtern, hat JOHANNSEN mit Bohnenpopulationen gearbeitet, deren Elemente zweifellos zur selben Sippe gehörten.

Er findet, daß in diesen Fällen die Regression nicht $\frac{1}{3}$ beträgt, sondern vollständig ist, d. h. daß eine individuelle Abweichung nicht zu $\frac{2}{3}$ reduziert wird, sondern gar nicht vererbt wird; der Rückschlag ist vollkommen bis zum Typus (M) der reinen Sippe.

Die persönliche Konstitution der Mutterbohne hat demnach keinen Einfluß auf die aus ihr entstandene Population, die der Großmutterbohne ebensowenig; aber der Typus der reinen Sippe bestimmt den Durchschnittscharakter der Nachkommen.

Dies vereinfacht die Frage nach der Vererbung in reinen Populationen bedeutend. Dabei ist, falls dies richtig, nicht mehr die Frage, welche persönliche Konstitution ein Lebewesen hat, sondern welche Konstitution die Sippe, welcher es angehört, besitzt.

Bevor wir aber diese Schlußfolgerung ziehen, wird es gut sein in großen Zügen JOHANNSENS Versuche zu verfolgen und zu sehen, ob das erhaltene Resultat dennoch nicht als Prämaturation angesehen werden muß.

Zunächst einiges über die Weise, wie JOHANNSEN die Regression verwendet um ihren Wert zu prüfen.

Die Betrachtung ist sehr einfach. Wenn GALTONS Gesetz richtig ist, muß man das M einer Population mittelst strenger Selektion in jeder Generation nach links oder rechts verschieben können, je nachdem man die größten oder die kleinsten Individuen auswählt.

Denn, wenn z. B. die mittlere Länge der Population 60 beträgt und der längste mittlere Elter 90 cm lang ist, wird die Abweichung dieses längsten mittleren Elters 30 cm betragen, und da diese durch Vererbung auf dessen Nachkommen $\frac{1}{3}$ reduziert wird, also 20 cm beträgt, wird das M der Nachkommen dieses Riesen 80 cm betragen.

Durch Selektion der längsten Individuen ist also das M der Population von 60 bis auf 80 verschoben.

Findet aber ein vollkommener Rückschlag zum Typus statt, so wird auch das M der Nachkommen der längsten Eltern nur 60 betragen.

Also die Frage, welche JOHANNSEN sich stellte, war diese: Läßt sich durch eine Selektion der längsten Individuen einer reinen Sippe das M nach rechts, durch eine der kürzesten nach links verschieben oder nicht?

In erster Linie war es nun notwendig festzustellen, ob bei einem beliebigen Felde entnommenen Bohnen die GALTONsche Regression sich überhaupt zeigte, ob also ihr M durch Selektion verschoben werden könnte.

Es stellte sich heraus, daß dies möglich war. Jetzt fragte sich: Falls diese Bohnenpopulation aus verschiedenen Sippen besteht, wie sind dann diese Sippen rein zu erhalten?

Bei Bohnen ist dies nun sehr einfach, da wir mit Selbstbefruchtern zu tun haben. Nimmt man also die Nachkommen eines einzelnen Samens, so ist man sicher, mit einer einzigen Sippe zu tun zu haben und eine solche Population von Nachkommen nennt JOHANNSEN eine reine Linie.

Er zeigt nun, daß in einer Population durch Selektion wohl Verschiebung von M erzielt werden kann, in der reinen Linie aber nicht.

Daraus schließt er, daß in einer GALTONschen Population wohl eine Regression von $\frac{1}{3}$ stattfindet, in der reinen Linie aber eine vollständige Regression.

Worauf beruht nun, fragt JOHANNSEN, die Möglichkeit einer Verschiebung des M in der Population?

Und er antwortet: auf der unwillkürlichen Sippenselektion bei diesem Vorgang. Denn selbstverständlich wird eine Sippe mit einem großen M mehr lange Individuen enthalten, als wie eine Sippe mit einem kleinen M. Wenn man also aus einem GALTONschen Distributionsschema die längsten Individuen auswählt, wählt man unwillkürlich eine größere Anzahl von Individuen aus den längeren als aus den kürzeren Sippen aus.

Aber ist dies nun durch JOHANNSENS Untersuchungen bewiesen?

Ist erstens GALTONs Population der JOHANNSENschen Bohnenpopulation vergleichbar?

Offenbar nicht, denn da die Bohnen sich stets selbst befruchten, ist die Bohnenpopulation eine Sammlung parallel verlaufender reiner Linien, GALTONs Menschenpopulation aber eine Sammlung sich stets untereinander kreuzender reiner Linien.

Auch die Frage nach der Regression in der reinen Linie selber ist, meiner Auffassung nach, noch nicht gelöst. Dazu ist noch eine bei JOHANNSENS Versuchen ausgeschlossene Vermischung der Individuen nötig.

Es gibt, wie ich meine, nur ein Mittel die Regression in einer gemischten Sippe mit der in einer reinen Sippe zu vergleichen:

Bei einer gemischten Sippe, wie das englische Volk, haben wir mit einer Vermischung aller Individuen der verschiedenen Sippen zu tun.

Um also den Sippeneinfluß zu eliminieren und nur diesen, müssen wir damit eine Population vergleichen, welche aus einem Paare von Individuen entstanden ist, dessen Nachkommen willkürlich miteinander paaren.

JOHANNSENS Versuche müssen also wiederholt werden. Seine ursprüngliche Bohnenpopulation kann dabei als eine Population gemischter Sippen gelten; als eine Population einer reinen Sippe können die Nachkommen einer einzigen Bohne verwendet werden, es muß dann aber durch Kreuzbestäubung der Nachkommen, während einiger Generationen erst eine dem englischen Volke vergleichbare Mischung hergestellt werden.

Erst wenn sich herausstellt, daß auch in einer solchen Mischung M sich durch Selektion nicht verschieben läßt, darf man den Schluß ziehen, daß in der reinen Sippe keine Regression vorkommt.

Wie wir sehen, berechnet GALTON die Regression auf ein Drittel, PEARSON auf eine andere Größe und verneint JOHANNSEN ihre Existenz innerhalb der reinen Linie überhaupt. Daß man unter solchen Umständen keinen großen Wert auf die Berechnung der Anteile der individuellen Ahnen, an unserer Konstitution legen kann, ist selbstverständlich. Aber sogar wenn Einheit herrschte, würde uns dies nichts weiter bringen, denn die Konstitution der Lebewesen kann nicht, wie GALTON will, eine Funktion der Ahnenkonstitutionen sein, sondern ist eine Funktion der von diesen Ahnen produzierten Gameten. Der Besprechung dieser BATESON-MENDELSchen Auffassung sei unsere nächste Vorlesung gewidmet.

Elfte Vorlesung.

Erblichkeit (Schluß).

Die Konstitution eines Lebewesens ist eine Funktion der von seinen Ahnen produzierten Gameten, p. 151. GALTONS und MENDELS Anschauungen über die Konstitution der Gameten, p. 152. Verschiedene Möglichkeiten der Konstitution in F_1 , p. 152. Dominanz und Blendung, p. 152. Auftreten neuer, öfters atavistischer Formen, p. 153. Pleiotypie, p. 153. Reinheit der Gameten, p. 153. Allelomorphs, einfache und zusammengesetzte, p. 153. Analytische und synthetische Varietäten, p. 153. Zerfall eines zusammengesetzten Allelomorphs in F_2 , p. 154. Aufgaben der weiteren Erblichkeitsforschung, p. 155. TSCHERMAKS Theorie der Kryptomerie, p. 155. Mögliche Unreinheit der Gameten, p. 158. Zusammenfassung, p. 159. Mendelism und Selektion, illustriert am Beispiel der blauen Andalusier, p. 159. BATESON über Gametogenesis, Mutation, Halbassen, p. 160. Schwierigkeiten der Unterscheidung zwischen einer mutierenden Form und einer Heterozygote, p. 160. Spaltung kann kontinuierliche Variabilität vortäuschen, p. 161. Nahrung und Normalkurven, p. 161. Kontinuierliche Variabilität eine Manifestation der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten präexistierender Eigenschaften, p. 161. Die Stelle des Individuums in der Kurve von der Ernährung abhängig, p. 162. Häufiges Vorkommen der Normalkurven, p. 163. KAPTEYNs Diagrammplatte, p. 165.

Meine Damen und Herren!

Wann werden wir die Gesetze der Erblichkeit kennen? Offenbar dann, wenn wir sagen können: aus der Paarung dieser Individuen werden derartige Individuen entstehen, sowie ich sagen kann: aus der Verbindung von Barium und Schwefelsäure entsteht Baryumsulfat.

Wird es dazu je genügen, die Konstitution der Ahnen zu kennen? Offenbar nur dann, wenn diese Ahnen nur eine Art von Gameten produzieren können, denn sobald ein Individuum mehr wie eine Art von Gameten bilden kann, wird die Konstitution der Nachkommen nicht mehr eine Funktion der Konstitution der Eltern, sondern der von diesen produzierten Gameten sein.

Das ist der Punkt, den GALTONS Theorie nicht berücksichtigt, und darin liegt, wie zumal BATESON betonte, der große Fortschritt der MENDELSchen Ideen.

Wir haben gesehen, daß Individuen einander vollständig gleich sehen können, wie D- und DR-Pflanzen, und dennoch ganz verschiedene Gameten produzieren können, die D-Pflanzen nur D-Gameten, die DR-Pflanzen D- und R-Gameten.

Sei die dominierende Farbe einer Erbsenvarietät rot, so wird die Kenntnis, daß Samen von einer roten Form mit roten Eltern und roten Großeltern etc. herrühren, uns nie weiter bringen können, als daß die Chance, aus einem solchen Samen einen roten Nachkommen zu erhalten, $\frac{5}{6}$ (vergl. S. 147) beträgt. Dagegen gibt die Wissenschaft, daß die Samen einer roten D-Pflanze entstammen, das heißt einer Pflanze, welche nur D-Gameten produziert, uns sofort völlige Sicherheit, daß daraus nur rote Pflanzen entstehen können.

Bei allem Nutzen, welche statistische Erbschaftsfragen haben und zumal hatten, ist nur die Kenntnis der Gameten imstande uns eine experimentell begründete Erblichkeitslehre zu liefern.

Offenbar gilt das ebensogut für Hybriden, wie für reine Sippen, denn die Frage nach der Gamete ist unabhängig von der nach Dominanz oder Rezessivismus.

Die Einführung des MENDELSchen Begriffes der Gametenreinheit bedeutet für die Erblchkeitsfrage einen ebenso großen Fortschritt wie die Einführung des Atombegriffes für die Chemie, denn so wie die Chemie mit Atomen arbeitet, so hat der Forscher der Vererbung mit Gameten zu rechnen.

Nach GALTONS Theorie muß jede Gamete, welche von einem Individuum produziert wird, imstande sein, alle Merkmale der Sippe, welcher es angehört, auf die Nachkommen zu übertragen; es ist unmöglich, daß gewisse Gameten für immer von der Übertragung gewisser Merkmale ausgeschlossen werden.

Diese bis auf MENDEL allgemein herrschende Meinung erklärt die Angst, welche man bei Zuchtversuchen vor Kreuzung hatte, denn falls obige Auffassung der Gamete richtig ist, wird eine Hybride für immer hoffnungslos mit den Merkmalen des zur Kreuzung verwendeten Form infiziert sein. Zum Beispiel es kreuzt ein Züchter von englischem Shorthornvieh, sein bestes Muttertier einmal mit einem hornlosen „Polled“-vieh. Das Muttertier stirbt, und er behält nur das aus dieser Kreuzung erhaltene weibliche Kalb übrig. Nach der üblichen Meinung wird dieses Kalb nie den Wert des Muttertieres für die Zucht von Shorthorn haben können, weil man immer Gefahr läuft, daß in den Nachkommen das „Polled“-merkmal wieder auftreten wird.

Dennoch ist diese Auffassung falsch, denn dieses weibliche Kalb ist ein DR-Kalb, und wird, da „Polled“ dominiert, sogar das Shorthornmerkmal nicht mehr zeigen. Trotzdem produziert es zweierlei Art von Gameten und zwar D- und R-Gameten. Von einem Shorthornbullen belegt wird es also Nachkommen bilden DR und RR und diese RR-Nachkommen sind gerade so reine Shorthorns wie die ursprüngliche Shorthornkuh.

Es hat sich die Sippe also von der einmal stattgefundenen Kreuzung vollständig gereinigt.

Da die MENDELSche Theorie sich mit der Struktur der Gameten beschäftigt, läßt sich aus der Kenntnis, daß ein Fall mendelt, noch nichts über das Aussehen der Nachkommen sagen, denn obwohl in den meisten Fällen die Hybride dann ausschließlich das dominierende Merkmal zur Schau tragen wird, wie in den bis jetzt betrachteten Fällen, so braucht dies doch keineswegs immer der Fall zu sein.

Wir kennen bis jetzt folgende Fälle:

1. F_1 gleicht dem dominierenden Elter.
2. F_1 zeigt eine Form, welche von beiden Eltern verschieden ist, und öfters atavistischer Natur.
3. F_1 zeigt intermediäre Merkmale zwischen beiden Eltern.
4. F_1 Pleiotypie.

Wir sehen also, daß die MENDELSche Auffassung der reinen Gameten im Prinzip nichts mit Blendung, Dominieren oder alternativer Vererbung zu tun hat, d. h. mit der Weise wie die Merkmale sich bei den Nachkommen manifestieren. Sie beschäftigt sich nur mit den Eigenschaften, welche ein Lebewesen erhält; was es nachher damit macht, ist der Gegenstand besonderer Untersuchungen.

Über den ersten Fall brauchen wir wohl nichts mehr zu sagen.

Auftreten einer neuen, öfters atavistischen Form in F_1 haben wir schon gesehen bei HURSTS Kaninchenkreuzungen. Einen anderen Fall teilt v. GUARITA (1898—1900) mit. Bei der Kreuzung einer zahmen Albinomaus mit einer gescheckten japanischen Maus erhielt er die wilde

graue Maus. Dies ist aber keineswegs ein Fall von reinem Atavismus, denn wäre hier die reine Stammform aufgetreten, so würden deren Individuen, miteinander gepaart, in F_2 wieder graue Mäuse liefern müssen. Das tun sie aber nicht, sie liefern in F_2 die Elterntypen folgendermaßen: Albinomäuse und gescheckte japanische Mäuse, einige andere Typen und wieder „atavistische Mäuse“.

Das Auftreten intermediärer Formen, Blendung also, beobachtete BATESON z. B. bei Primeln: Kreuzung einer „rich crimson Magenta Chinese Primrose“ mit einer „clear White“ ergab „washy Magenta“.

Pleiotypie haben wir schon früher bei Albinomäusen gesehen, wir werden später noch andere Fälle kennen lernen.

Wir haben also gesehen, daß die MENDELSche Auffassung uns die Reinheit der Gameten in bezug auf gewisse Merkmale lehrt. Theoretisch kann jede denkbare Zahl solcher Merkmale in einem Organismus vorhanden sein.

Jedes Merkmal, welches von einem anderen ersetzt werden kann, ist ein Unitmerkmal oder wie BATESON es nennt, ein Allelomorph.

Diese Allelomorphs werden bei der Befruchtung gepaart, bei der Bildung der Fortpflanzungszellen beim resultierenden Kinde wieder getrennt.

Wenn wir mit Varietäten, welche nur in einem Merkmal verschieden sind, arbeiten und also A und B miteinander kreuzen, wird die AB-Form reine A- und reine B-Gameten bilden. In solchen Fällen spricht BATESON¹⁾ von einfachen Allelomorphs.

In vielen Fällen aber haben wir mit komplizierteren Fällen zu tun. Das bei der Befruchtung von einem Elter angebrachte Merkmal kann zusammengesetzt sein, in welchem Falle wir von zusammengesetzten Allelomorphs sprechen. Die Zusammensetzung zeigt sich dadurch, daß der zusammengesetzte Allelomorph bei der Bildung der Gameten in Hypallelomorphs zerfällt, d. h. also, daß die Heterozygote nicht zweierlei Art von Gameten bildet, sondern eine ganze Menge. Dieser Zerfall kann mehr oder weniger vollkommen sein: zerfällt der zusammengesetzte Allelomorph vollständig in Hypallelomorphs, so sind die produzierten Gameten mit A, A^1 , A^2 , A^3 — — — B zu bezeichnen; ist der Zerfall unvollständig, so deuten wir die Gameten mit A, A^1A^2 , A^3A^4 , $A^1A^2A^5$ — — — B etc. an. Die Analyse solcher Fälle ist selbstverständlich schwer.

Durch die Verbindung dieser zahlreichen Gametenarten werden dann in den nächsten Generationen verschiedene Formen auftreten, welche man zweifellos als Varietäten betrachten wird.

Solche Varietäten, welche aus der Trennung präexistierender konstituierender Merkmale hervorgehen, nennt BATESON analytische Varietäten im Gegensatz zu synthetischen Varietäten, welche nicht durch eine solche Trennung, sondern durch Hinzufügung neuer Charaktere entstehen.

BATESON beschließt seine Auseinandersetzung mit folgenden beachtenswerten Worten:

In Mendelian cases it will now be perceived that all the zygotes composing the population consist of a limited number of possible types,

1) Es sei hier bemerkt, daß BATESON die ganze $2x$ -Generation eine Zygote nennt, aus der Vereinigung gleicher Gameten entsteht also eine Homozygote, aus der Vereinigung ungleicher Gameten eine Heterozygote, die AB-Form ist also eine Heterozygote.

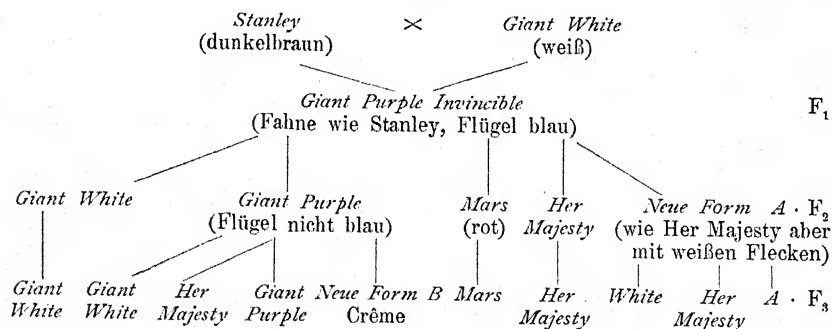
each of definite constitution, bearing gametes of a limited and definite number of types, and definite constitution in respect of pre-existing characters. It is now evident that in such cases each several progenitor need not be brought to account in reckoning the probable characters of each descendant; for the gametes of crossbreds are differentiated at each successive generation, some parental (Mendelian) characters being left out in the composition of each gamete produced by a zygote arising by the union of bearers of opposite allelomorphs.

Bei dem Streit zwischen Mendeliten und Galtonianen, wem der Vorrang gebührt, scheint mir wie in vielen solchen Fällen die Antwort zu sein: keinem, denn gewisse Fragen werden nur in der einen, andere nur in der anderen Weise gelöst werden können. Da aber ganz sicher bei der mathematischen Bearbeitung eines Problems nur herauskommen kann, was hineingesteckt wird, scheint mir den Mendeliten insoweit der Vorrang zu gebühren, als gewiß statistisches Material erst dann richtig gewürdigt werden kann, wenn mehr, viel viel mehr über die produzierten Gametenarten bekannt ist; denn offenbar ist die Konstitution eines Lebewesens nicht eine Funktion der Konstitution der Ahnen, sondern der von diesen produzierten Gameten.

Zu dieser Einsicht haben uns die MENDELSchen Versuche geführt.

Als ein Beispiel des Zerfalls eines zusammengesetzten Allelomorphs diene folgender Fall, welchen BATESON in seiner ersten Mitteilung am Evolution-Committee (S. 142) macht.

Zwei Varietäten von *Lathyrus odoratus*: Stanley und Giant White wurden mit folgenden Resultaten gekreuzt.



Der Allelomorph also, welcher die Farbe von STANLEY überträgt, ist zusammengesetzt, und zerfällt in F_2 in eine Anzahl verschiedener Hypallelomorphs oder Kombinationen derselben.

Es ist nicht möglich, hier alle zum Teil noch nicht beendeten Versuche über mendelnde Hybriden zu erwähnen; aus dem hier Behandelten geht zur Genüge die Wichtigkeit dieses Untersuchungsgebietes hervor.

Ich kann denn auch BATESON beistimmen, wenn er sagt (Report II):

„In Report I, p. 158 we suggested that GALTON's law may be a representation of particular groups of cases which are, in fact“ Mendelian“, in the sense that the gametes are pure. The analysis carried out by Yule (1902) points to a similar conclusion, if the phenomena of

dominance and special consequences of heterozygosis are neglected. PEARSON's conclusion that various phenomena of inheritance studied by him are incompatible with Mendelian expectation is open to the objection that many of his characters are obviously liable to such great disturbances from the interference of conditions, that the operations of heredity alone must be largely obliterated. In other classes of cases to which he refers (various colour phenomena) no sufficient analysis is yet provided, and in such a field comprehensive statistics are an inadequate indication as to the underlying physiological processes....

The solution of the various problems of heredity is now seen to depend primarily on a study of the segregation in gametogenesis, and secondarily on a determination of the specific consequences of the union of the various types in fertilisation.

These questions can be answered only by a minute experimental analysis."

Wie wir sahen ist der Streit über den Einfluß der Ahnen dahin entschieden, daß die Konstitution eines Lebewesens nicht eine Funktion der Konstitutionen seiner Ahnen, sondern der von diesen produzierten Gameten ist. Trotzdem dadurch die Wichtigkeit der Kenntnis der Ahnen insoweit vermindert ist, daß daraus die Konstitution eines Lebewesens nicht mehr abgeleitet werden kann, so darf man doch nicht behaupten, wie wohl einmal in der Hitze des Streites geschehen ist, daß uns die Ahnen gar nicht interessieren, denn als Produzenten der uns im höchsten Grade interessierenden Gameten darf ihre Bedeutung doch nicht unterschätzt werden.

Wir haben früher gesehen, daß ein Lebewesen theoretisch aus jeder denkbaren Zahl von Unitmerkmalen bestehen kann.

Bei unseren Versuchen über Erblichkeit interessieren uns also im höchsten Grade zwei Fragen.

1. Welche Unitcharaktere, welche Allelomorphs enthält der Organismus, mit welchem ich arbeite?
2. Sind die von ihm produzierten Gameten rein im MENDELschen Sinne.

Habe ich die Antwort auf diese zwei Fragen, so besitze ich eine gute Basis für meine Experimente.

Diese Basis zu erlangen ist aber nicht so leicht. Die erste Frage, so leicht sie scheinen mag, ist wohl die schwierigste, denn es genügt keineswegs, den betreffenden Organismus bei Selbstbefruchtung in vielen Generationen zu kultivieren und die Nachkommen zu studieren, denn unter diesen Umständen können gewisse Gameten, welche bei bestimmter Erschütterung wohl ans Tageslicht kommen, nicht gebildet werden, und man könnte also die aus diesen Gameten entstehenden neuen Formen als synthetische Varietäten auffassen, während sie in der Tat nur analytische sind.

Dieses Vorhandensein von verborgenen Merkmalen wird, wir erwähnten es schon kurz, von TSCHERMAK (1904), Kryptomerie genannt. Die große Wichtigkeit dieser Erscheinung legitimiert ein näheres Eingehen darauf an dieser Stelle:

Die Kryptomerie.

TSCHERMAK definiert den Begriff der Kryptomerie wie folgt:

Kryptomer (*κρυπτός*, verborgen, *μέρος* Teil) seien solche Pflanzen- und Tierformen genannt, welche sich im Besitze latenter Eigenschaften oder Merkmale erweisen.

Diese Eigentümlichkeit dokumentiert sich im allgemeinen durch die Erzeugung einer heterogenen Nachkommenschaft.

Die Grundlage einer experimentellen Prüfung auf Kryptomerie — so fährt TSCHERMAK fort — bildete für mich die Beobachtung, daß Fremdkreuzung einen Anlaß zur Manifestation bisher latenter Merkmale abgeben kann. Nebenher geht natürlich das Aufsuchen von Fällen, in denen sich kryptomere Formen sozusagen selbst ver-raten, also von Fällen spontaner Heterogonie, beziehungsweise spontaner Mutation (KORSHINSKY'S Heterogenese) und spontaner Atavismus.

Welchen Grad von „Fremdheit“ in den einzelnen Fällen zur Auslösung erforderlich ist, bedarf erst der speziellen Untersuchung, die ich (T.) schon an mehreren Objekten begonnen habe. Ebenso die Frage, ob etwa nur gewisse fremde Formen zur Auslösung der latenten Anlagen befähigt sind und anderes. Die zur Kreuzung benutzte „fremde“ Form darf natürlich das Merkmal, auf dessen Latenz bei der ersteren Rasse zu prüfen ist, nicht schon an sich tragen.

Bei der ersten Prüfung ist im allgemeinen noch nicht sicher zu entscheiden, welche der beiden Elternformen kryptomer ist, eventuell sind es beide.

Nach dem angegebenen experimentellen Kriterium erweisen sich als kryptomer, d. h. als Träger bestimmter latenter Eigenschaften, solche Formen, welche bei Inzucht (Selbstbestäubung oder Kreuzung innerhalb des Bereiches derselben Rasse) in bestimmten charakteristischen Merkmalen konstant sind, jedoch im Anschluß an Fremdkreuzung ohne Zufuhr eines neuen hierauf bezüglichen Merkmales dennoch eine charakteristische Abänderung jener Merkmale, also neue Eigenschaften oder „Kreuzungsnova“ zutage treten lassen.

Es sind weiter auf Kryptomerie zu prüfen: 1. die Mutanten, 2. alle Deszendenten aus einer hybriden Kreuzung, welche nur gewisse Merkmale der Elternformen manifestieren. Die konstanten D- und R-Pflanzen sind auf ihre Kryptomerie zu prüfen: Sind es wirklich reine Formen im Sinne BATESONS oder sind sie kryptomer? Die diesbezüglichen Versuche TSCHERMAKS sind noch nicht abgeschlossen.

Seine erste Mitteilung beschränkt sich im wesentlichen auf die Feststellung, daß gewisse vorhandene Rassen sich bei Fremdkreuzung als kryptomer erweisen. Es resultieren dabei Kreuzungsnova, welche in zahlreichen Fällen teils sicher, teils wahrscheinlich als Atavismen zu bezeichnen sind.

Folgende Fälle von Kryptomerie konnte TSCHERMAK bis jetzt nachweisen:

A. Bei *Pisum*.

- I. Die konstant rosablühende Svalöfer *Pisum arvense*-Rassen VI, VIII und IX sind kryptomer in bezug auf die rote Blütenfarbe des typischen *Pisum arvense*, welches Merkmal bei Kreuzung in F_1 auftritt.
- II. Die konstant rundsamigen und hellsamigen *Pisum arvense*-Rassen VI, VIII und IX sind kryptomer in bezug auf Runzelsamigkeit und Dunkelsamigkeit, welche Merkmale bei Kreuzung in F_1 auftreten.

- III. Die konstanten *Pisum arvense*-Rassen VI, VIII und IX, welche Samen ohne violette Punktierung besitzen, sind kryptomer in bezug auf violette Punktierung, welche in F_1 auftritt, wenn bei Kreuzung die Arvense-Rasse das Pollen liefert, nicht wenn sie als Mutter fungiert.
- IV. Die konstanten *Pisum arvense*-Rassen VI, VIII und IX mit braun marmorierter, gelblich grüner Samenschale sind kryptomer in bezug auf dunkelgelbbraune Samenschale, welche jedoch bei Fremdkreuzung nicht schon in F_1 , sondern erst in F_2 auftritt.
- V. Die konstante Arvense-Rasse IV ohne violetten Makel in den Blattachsen, ist kryptomer in bezug auf diese violetten Makel, welche bei Fremdkreuzung in F_1 auftreten.

Ähnliches mag der Fall gewesen sein bei der auf S. 114 mitgeteilten Kreuzung, wo zwei bei Reinzucht glattblättrige *Matthiola*-pflanzen, miteinander gekreuzt in F_1 eine behaarte Form ergaben; eins von beiden ist wohl in bezug auf dieses Merkmal kryptomer gewesen. Die Wichtigkeit der vorherigen Prüfung auf Kryptomerie liegt also auf der Hand, denn erst wenn man weiß, was „drin sitzt“, kann man beurteilen, was „heraus“ kommen kann.

B. Bei *Phaseolus*.

- I. Die konstante Buschbohne *Non plus ultra* besitzt Bohnen mit gleichmäßig lichtbrauner Samenschale, einem inneren dunkelbraunen und äußeren violetten Nabelring; gekreuzt mit weißen Wachs-
schwert- und ähnlichen Bohnen ohne Nabelring, liefert sie in F_1 Bohnen mit gelblicher, braungrün bis schwarz marmorierter Samenschale. In F_2 und F_3 spaltet diese Farbe in komplizierter Weise, so daß die Rasse *Non plus ultra* kryptomer ist, d. h. in latentem Besitze eines (vielleicht atavistischen) zusammengesetzten Allelomorphs, der nach Manifestation durch Fremdkreuzung eine komplizierte Aufspaltung besonderer Art erfährt.
- Ia. „Wachsdattel“ verhält sich ähnlich. Alle Rassen von *Phaseolus vulgaris*, welche einen violetten Nabelring tragen, scheinen demnach TSCHERMAK in der angedeuteten Richtung der Kryptomerie verdächtig.
- II. Die nicht marmorierte Kasseler Bohne ist in bezug auf Marmorierung kryptomer, welches Merkmal bei Fremdkreuzung in F_1 auftritt.
- III. Die lichtbraungelbe Bohne „Hundert für Eine“ ist in bezug auf kaffeebraune Samenschale (ein selbständiges Merkmal, nicht nur eine Steigerung der Farbe von „Hundert für Eine“) kryptomer, welches Merkmal bei Fremdkreuzung in F_1 auftritt.
- IV. Die gleichmäßig schwarze Bohnenrasse schwarzer Neger (sic!) ist in bezug auf Marmorierung kryptomer, welches Merkmal bei Fremdkreuzung in F_1 auftritt.
- V. Bei einem Artbastard. „Hundert für Eine“, eine *Phaseolus vulgaris*, \times zweifarbige Prunkbohne, eine *Phaseolus multiflorus*, liefert in F_1 einen Bastard mit dunkelviolet pigmentierten Hülsen, obwohl beide Elternformen einfarbig grüne Hülsen besaßen. Die naheliegende Vermutung, daß die Rasse von *Phaseolus multiflorus* die Anlage für dieses Novum enthielt, bedarf noch der näheren Prüfung.

C. Bei Matthiola.

- I. Eine weiße, behaarte, spätblühende Levkojenrasse, welche bei Rasseninzucht konstant ist, zeigt bei Fremdkreuzung Kryptomerie gewisser Farbenkomponenten. Eine Andeutung hierfür kann man sehen in der beim Abblühen sehr zart rosalila Tingierung der sonst weißen Blüten.

Diese Rasse gibt schon mit einer konstanten gelben, behaarten, frühblühenden Rasse, in beiderlei Verbindung Pleiotypie in F_1 , indem neben einer Überzahl apfelblütenfarbener, frühblühender Hybriden einzelne dunkelrosafarbene spätblühende zur Beobachtung kommen.

D. Bei Hordeum.

- I. Die bei Rasseninzucht konstante zweizeilige begrannte Rasse *Hordeum distichum zeocritum* liefert bei Kreuzung mit der vierzeiligen, kapuzentragenden Rasse *Hordeum tetrastichum trifurcatum*, ebenfalls konstante, zweizeilige begrannte Hybriden. In F_2 treten aber auch sechszeilige Typen auf, welche samenbeständig bleiben. — In bezug auf die Sechszeiligkeit ist also eine von beiden Rassen kryptomer.
- II. Vierzeilige Individuen können aus gewissen Kreuzungen von zwei- und sechszeiligen Rassen in F_2 entstehen.
- III. Aus der Kreuzung von STEUDELS Gerste ♀ (schwarz, zweizeilig, begrannt, bespelzt) \times Gabelgerste ♂ (weiß, vierzeilig, Kapuze, nackt) wurden in F_3 grannen- und kapuzenlose Individuen erhalten. Wir kommen auf diese Fälle bei der Besprechung der DE VRIESschen Mutationen zurück, es genügt uns jetzt, auf die Wichtigkeit von TSCHERMAKS Theorie der Kryptomerie hingewiesen zu haben, ein Umstand, mit dem bei Erblichkeitsfragen sicherlich zu rechnen ist.

Die zweite Frage, welche wir oben (p. 155) als von größter Wichtigkeit hervorhoben, ist diese:

Sind die sogenannten reinen Gameten wirklich rein?

Auf p. 16 seiner „Problems of Heredity“ sagt BATESON:

„As an objection to the deduction of purity of germ-cells however, it is to be noted that though true intermediates did not generally occur, yet the intensity in which the characters appeared did vary in degree, and it is not easy to see how the hypothesis of perfect purity in the reproduction cells can be supported in such cases.“

Dabei muß aber nicht vergessen werden, daß, wenn, wie wohl immer, das betreffende Merkmal bei dem betreffenden Elter kontinuierlich variierte, dies natürlich ebenfalls bei den von F_1 produzierten Gameten geschehen wird, und daß dies die „Variation in degree“ erklären könnte.

Gewisse Tatsachen aber lehren uns, daß auch gewiß „Unreinheit“ vorkommt. Einige Fingerzeige betrachteten wir bereits auf p. 113ff., auch halte ich es für besser, die Frage jetzt nicht zu diskutieren, da unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet noch sehr gering sind, und TSCHERMAK mit Untersuchungen in dieser Richtung in Verbindung mit seiner Theorie der Kryptomerie beschäftigt ist.

Blicken wir nun auf unser Kapitel „Erblichkeit“ zurück, so sehen wir erstens, daß unsere Kenntnisse noch in hohem Grade unbefriedigend sind.

Dennoch haben wir einige sehr wichtige Tatsachen kennen gelernt und zwar:

1. Die Vererbung ist partikulär und alternativ.
2. In den Nachkommen lassen sich die Eigenschaften der Eltern in jeder denkbaren Weise kombinieren.
3. Demnach werden die Eigenschaften der Eltern, über die gesamte Nachkommenschaft nach den Gesetzen des Zufalls verteilt.
4. Die Konstitution der Nachkommen ist keine Funktion der Konstitution der Ahnen, sondern der von diesen produzierten Gameten.
5. Da anscheinend gleiche Individuen sehr verschieden sein können in bezug auf die von ihnen produzierten Gameten, wie z. B. DD- und DR-Individuen, so sind Untersuchungen über die Art der produzierten Gameten von höchster Wichtigkeit.
6. In der nächsten Zukunft sollte man sich möglichst viel mit der Untersuchung der Gametogenesis und mit der Konstitution der aus bekannten Gametenkombinationen entstehenden Individuen beschäftigen. Nur in dieser Weise ist ein Fortschritt unserer Kenntnisse zu erwarten.
7. Dabei ist der Erscheinung der Kryptomerie vollste Beachtung zu schenken.

Aus (4): Die Konstitution der Nachkommen ist keine Funktion der Konstitution der Ahnen, sondern der von diesen produzierten Gameten, folgt sofort, daß eine ideale Selektion nicht mit „Individuenauswahl“, sondern mit „Gametenauswahl“ zu rechnen hat.

Ein aus BATESON entnommenes Beispiel möge dies illustrieren.

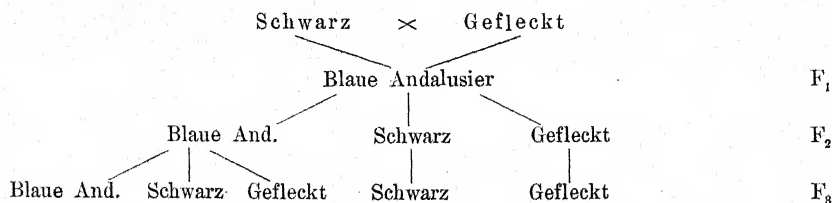
Wenn man von einer Hühnerrasse, blaue Andalusier genannt, die besten Tiere, welche man erhalten kann, kauft und sich fortpflanzen läßt, so sind kaum die Hälfte der Nachkommen blaue Andalusier, der Rest ist schwarz oder gefleckt.

Nun wählt man die besten so erhaltenen blauen Andalusier aus, und in der nächsten Generation wieder und wieder etc., man erzielt durch diese Selektion gar nichts; immerfort werden wieder schwarze und gefleckte Individuen neben den blauen entstehen.

Nun wählt er seine schwarzen und gefleckten Tiere aus und findet beide konstant. Kreuzt er aber schwarz mit gefleckt, so erhält er nur blaue Andalusier.

Die Erklärung des Falles ist wie folgt: blaue Andalusier sind eine F_1 -Generation, welche nicht, wie viele F_1 -Generationen, das dominierende Merkmal des einen Elters zur Schau trägt, sondern eine neue Merkmalkombination zeigt. Diese F_1 -Generation spaltet sich in F_2 in blau, schwarz, gefleckt, von welchen Formen die beiden letzten konstant sind, erstere sich wieder spaltet.

Wir erhalten also folgendes Schema:



Der Fall ist in mancher Hinsicht von größter Wichtigkeit.

Trotzdem Sie die Tragkraft noch nicht ganz verstehen können — wir müssen dafür erst die Erscheinungen der Variation kennen gelernt

haben — möchte ich hier einige Sätze aus BATESONS „Cambridge Address“ anschließen:

„The problem of heredity is the problem of the manner of distribution of characters among germ-cells.

So soon as this problem is truly formed the nature of variation at once appears. For the first time in the history of evolutionary thought, MENDEL's discovery enables us to form some picture of the process which results in genetic variation. It is simply the segregation of a new kind of gamete, bearing one or more characters distinct from those of the type.

The parent zygote¹⁾ whose offspring display variation, is giving off new gametes, and in its gametogenesis a segregation of their new character, more or less pure is taking place. The significance and origin of the discontinuity of variation is therefore in great measure evident. So far as pre-existing elements are concerned, it is an expression of the power of cell-division to distribute character-units among gametes. The initial purity of so many nascent mutations is thus no longer surprising, and, indeed, that such initial purity has not been more generally observed we may safely ascribe to imperfections of method.

It is evident that the resemblance between the parent originating a variety and a heterozygote is close, and the cases need the utmost care in discrimination. If, for instance, we knew nothing more of the Andalusian fowl, than that it throws blacks, blues, and whites, how should we decide, whether the case was one of heterozygosis or of nascent mutation? The second (F_2) generation from BROWN LEGHORN \times WHITE LEGHORN contains an occasional SILVER-GREY or DUCKWING female. Is this a mutation induced by crossing, or is it simply due to a recombination of pre-existing characters? We can not yet point to a criterion which will certainly separate the one from the other; but perhaps the statistical irregularity usually accompanying mutation, contrasted with the numerical symmetry of the gametes after normal heterozygosis, may give indications in simple cases, though scarcely reliable even there. These difficulties reach their maximum in the case of types which are continually giving off a second form with greater or less frequency as a concomitant of their ordinary existence. This extraordinarily interesting phenomenon pointed out first by de Vries, and described by him under the head of „Halb“ and „Mittelrassen“ is too imperfectly understood for me to do more than refer to it, but in the attempt to discover what is actually taking place in variation it must play a considerable part.

Just as that normal truth to type, which we call heredity, is in its simplest elements only a expression of that qualitative symmetry characteristic of all non differentiating cell-divisions, so is genetic variation the expression of a qualitative asymmetry beginning in gametogenesis. Variation is a novel cell-division²⁾. So soon as this fact is grasped we shall hear no more of heredity and variation as opposing factors or forces, a metaphor which has too long plagued us.

1) Wir erinnern daran, daß BATESON die $2x$ -Generation Zygote nennt.

2) The parallel between the differentiating divisions by which the parts of the normal body are segregated from each other, and the segregating processes of gametogenesis, must be very close, occasionally we even see the segregations among zygotic cells.

We cease, then, to wonder at the suddenness with which striking variations arise. Those familiar with the older literature relating to domestic animals and plants will recall abundant instances of the great varieties appearing early in the history of a race, while the finer shades had long to be waited for. In the sweet pea (*Lathyrus odoratus*) the old purple, the read bicolor, and the white have existed for generations, appearing soon after the cultivation of the species, but the finer splitting which gave us the blues, pinks etc., is a much rarer event, and for the most part only came as crossing was systematically undertaken. An observer contemplating a full collection of modern sweet peas, and ignorant of their history, might suppose that the extreme types had resulted from selective and more or less continuous intensification of these intermediates, exactly inverting the truth.

We shall recognise among the character-groupes lines of cleavage, along which they easily divide, and other finer subdivisions harder to effect. Rightly considered, the sudden appearance of a total albino or a bicolor should surprise us less than the fact, that the finer shades can appear at all.

Wir haben in unseren Betrachtungen über Erblichkeit gesehen, daß die Eigenschaften der Eltern über die Nachkommen in ihrer Gesamtheit betrachtet, nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit verteilt werden. Falls nun bei jedem Individuum die Eigenschaften sich zur Vollkommenheit entwickelten, würden wir verstehen, daß die Distributionskurve eine Normalkurve ist. Aber auch wenn der Grad der erreichten Entwicklung einer jeden Eigenschaft von einem Faktor abhängt, wird das Resultat eine Normalkurve sein. Letzteres scheint nun zuzutreffen, denn dieser Faktor scheint die Ernährung im weitesten Sinne zu sein.

Die Frage läßt sich folglich so stellen:

Wird die Stelle eines jeden Individuums in der Distributionskurve durch die Nahrung im weitesten Sinne bedingt?

Wenn das so ist, muß man durch vermehrte Nahrung aller Individuen, also bei Pflanzen z. B. durch Düngung das M nach rechts verschieben können, d. h. größer machen. Einen noch sichereren Beweis für den Einfluß der Nahrung kann man erhalten, wenn man zunächst eine Selektion in ungünstigem Sinne ausführt, also die kleinsten Individuen auswählt, und es sich später herausstellt, daß man trotzdem das M nach rechts verschieben kann. Auch dies gelang DE VRIES. Umstehende Darstellung (Fig. 53, p. 162) macht dies deutlich.

A stellt die mittlere Fruchtlänge der *Oenothera*-population dar, mit welcher das Experiment anfangt: $M = 25,5$; D das Resultat einer zweijährigen Düngung: $M = 38$, während B das Resultat einer Kombination von Düngung und ungünstiger Selektion angibt, wobei die kürzesten Früchte ausgewählt wurden; auch dabei wurde das M bis auf 31,5 erhöht.

Wir haben also gesehen, daß eine Variabilität existiert, welche auf dem Umstande beruht, daß die Eigenschaften der Eltern (pré-existierende Eigenschaften also) nach den Gesetzen des Zufalls über die Nachkommen verteilt werden.

Diese Form der Variabilität erscheint, wie wir aus GALTONS Versuchen sahen, fortwährend in jeder Generation, sie wird deswegen kontinuierliche Variabilität genannt. Am liebsten wäre es mir, wenn man die Vielförmigkeit der durch die verschiedenen Kombinationen

präexistierender Eigenschaften entstehenden Nachkommen gar nicht mit dem Namen Variabilität andeutete, sondern Pleiomorphie nannte und das Wort variieren auf die Entstehung neuer Eigenschaften beschränkte.

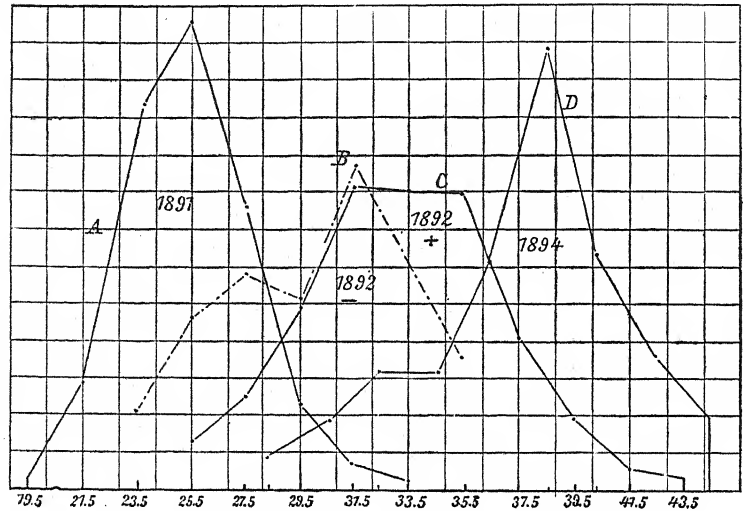


Fig. 53. (Nach DE VRIES.)

Ich füge mich aber dem Sprachgebrauch und spreche hier von kontinuierlicher Variabilität.

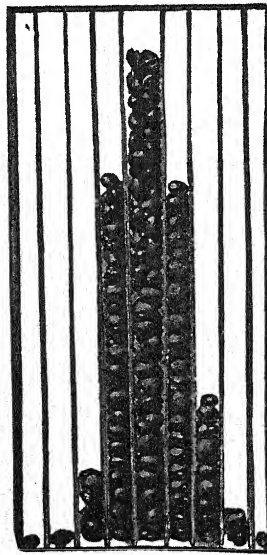


Fig. 54. (Nach DE VRIES.)

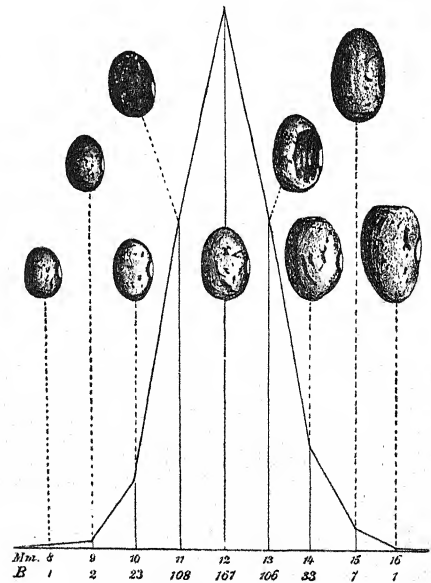


Fig. 55. (Nach DE VRIES.)

Die Anwesenheit von kontinuierlicher Variabilität verrät sich, wenn die graphische Darstellung der verschiedenen Maße irgend einer willkürlichen Eigenschaft bei einer großen An-

zahl von zur gleichen Sippe gehörenden Individuen eine Ogivekurve (Distributionskurve, Abweichungskurve) oder eine Frequenzkurve angibt.

Aus dem Vorkommen solcher Kurven darf man also auf das Vorhandensein kontinuierlicher Variabilität schließen. Die erste Frage lautet demnach:

Sind Frequenzkurven häufig?

Die Antwort lautet, wie zu erwarten, bejahend. Einige Beispiele seien hier erwähnt.

Wenn ich eine Anzahl gleich weiter Kompartimentchen nebeneinander stelle, eine Bohnenmenge in Häufchen gleich langer Bohnen verteile, und diese Häufchen in je ein Kompartimentchen hineinschütte, so wird die entstehende Figur ein Frequenzschema bilden (Fig. 54). Noch deutlicher wird dies, wenn die Kurve konstruiert wird (Fig. 55).

Nicht nur ganze Pflanzen (die Bohne ist eine ganze Pflanze, wenn auch eine sehr junge), sondern auch Pflanzenteile zeigen diese kontinuierliche Variabilität. Es geht dies sofort aus der Distributionskurve hervor, welche man erhält, wenn man die Blätter eines Baumes nebeneinander auf einer horizontalen Linie aufklebt und die Spitzen derselben miteinander verbindet:

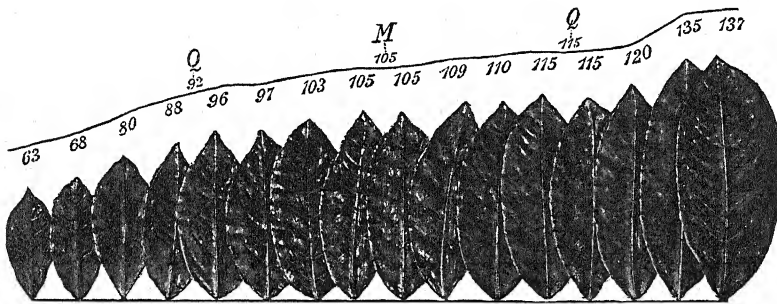


Fig. 56. (Nach DE VRIES).

Je zahlreicher die Beobachtungen, desto mehr nähert sich die konstruierte Kurve der idealen. Am besten geht dies aus dieser (Fig. 57) graphischen Darstellung hervor. Sie registriert den Zuckergehalt von 40000 Zuckerrüben, wie solcher durch Polarisation in der Fabrik von Kuhn & Co. in Naarden festgestellt wurde.

Vor kurzem hat PRINS das Vorkommen derartiger Kurven bei sehr kleinen Konstituenten des Pflanzkörpers nachgewiesen, z. B. bei Stärkekörnern, denen genügend Platz zur freien Entwicklung zur Verfügung stand; weiter bei Kristallen von *Scilla maritima*, bei Länge und Breite von Zellen und Fasern, bei Aleuronkörnern etc. Dies möge genügen, um zu zeigen, wie allgemein derartige Kurven vorkommen.

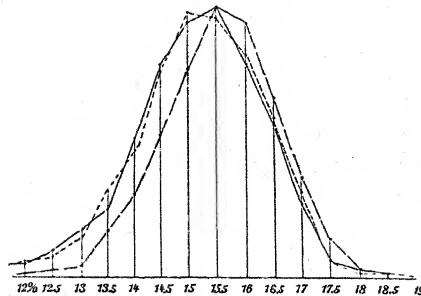


Fig. 57. (Nach DE VRIES.)

Das allgemeine Vorkommen solcher Frequenzkurven und deren allgemeine Verwendung macht es sehr erwünscht, ein Mittel zur Kontrolle der Normalität der konstruierten Kurve zu besitzen. Ein ganz zuverlässiges Mittel gibt es, wie mir Mathematiker versicherten, nicht.

Ein ganz brauchbares Hilfsmittel aber ist die Diagrammplatte von Prof. Dr. J. C. KAPTEYN, welche auf p. 165 abgebildet ist.

Diese Platte ist auf Glas (13×18 cm) angefertigt, und für Holland im botanischen Laboratorium zu Groningen gegen eine geringe Vergütung zu haben. Ihr ist eine holländische Gebrauchsanweisung beigegeben, deren Übersetzung ins Deutsche hier folgt:

Gebrauchsanweisung für Prof. KAPTEYNS Diagrammplatte.

Die Beobachtungen müssen über 8 bis 16 gleiche Intervallen verteilt werden. Es werden dann die Frequenzen berechnet und in Kurven gebracht. Dies geschieht auf gewöhnlichem Millimeterpapier, in der Weise, daß die Einheiten in der Richtung der Abszissenachse 1 cm, in der der Frequenzachse 10 cm betragen, so daß 10 Proz. durch 1 cm angegeben wird. Die Flächeneinheit ist demnach 10 qcm. Die Frequenzen werden mittels roter Tinte als Punkte oder Kreuzchen eingezeichnet, aber nicht zu einer Kurve vereinigt.

Man legt nun die Diagrammplatte mit der Bildseite aufs Papier, so daß die Abszissen zusammenfallen, und schiebt so lange in horizontaler Richtung hin und her, bis die roten Punkte so gleichmäßig wie möglich auf einer Normalkurve oder zwischen zwei von diesen zu liegen kommen. Man achtet dabei auf alle roten Punkte gleichmäßig, nicht besonders auf den höchsten Punkt. Die Mediane (M) kann dann auf der Abszisse vom Papier abgelesen werden, sie liegt nämlich dort, wo der Nullpunkt der Abszisse der Glasplatte liegt. Das Quartil (Q) ist bei jeder Normalkurve angegeben, und wird, wenn nötig, mittels Interpolierung gefunden.

Sind die ursprünglichen Beobachtungen über mehr als 16 Intervallen verteilt, so kann man in zwei Weisen vorgehen:

1. Wenn sie unregelmäßig verlaufen, kombiniert man sie so, daß die gewünschte Anzahl von Intervallen erhalten wird, und berechnet auf dieser Basis die Frequenzen.
2. Verlaufen sie regelmäßig, so behält man die ursprüngliche Anzahl von Intervallen bei, teilt diese aber durch eine zwischen 8 und 16 gelegene Zahl, welche auf die ursprüngliche Anzahl der Intervallen vollkommen teilbar ist. Der Quotient zeigt, wieviel Intervallen auf 1 cm der Abszissenachse genommen werden müssen, und mit diesem Quotient werden dann alle beobachteten Frequenzen multipliziert. Dadurch wird die Fläche der Kurve wieder 10 qcm.

Auf der Platte befindet sich weiter eine Tabelle, mit deren Hilfe Q sofort aus dem Präzisionsmodulus (h) berechnet werden kann.

Für sonstige Kurvenkonstruktionen und Berechnungen muß ich auf C. B. DAVENPORT, *Statistical Methods with special reference to biological variation*, 2^d Edition, London, Champman & Hall, Limited 1904, verweisen.

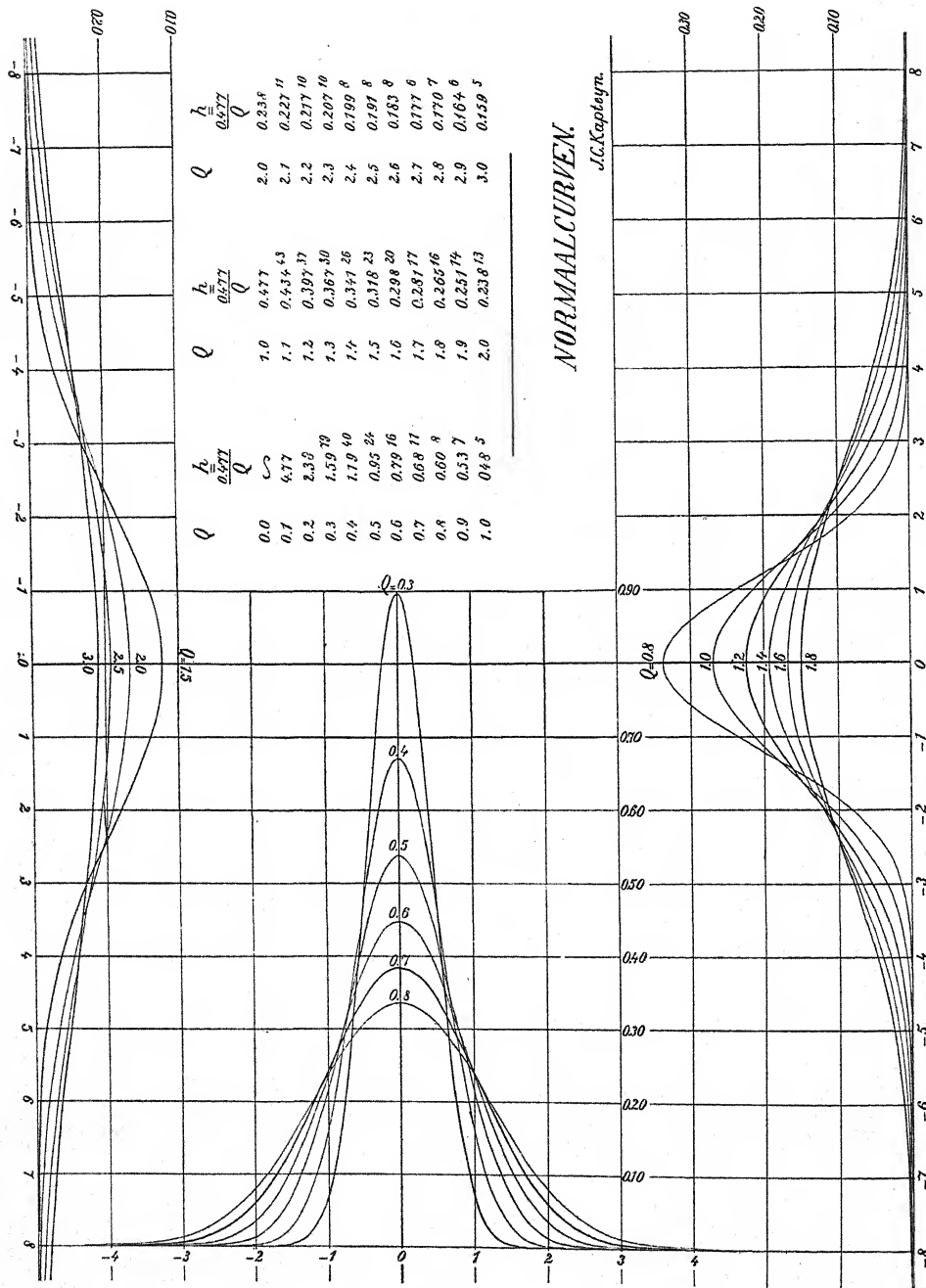


Fig. 58. Diagramplatte von Kapteyn.

Zwölfte Vorlesung.

Die Evolutionsfrage definiert, p. 166. Rekapitulation des Gelernten, p. 166. Was bleibt noch zu erörtern übrig, bevor wir Evolutionstheorien behandeln können? p. 167. Vererbung erworbener Eigenschaften, p. 167. Mutilationen und Biaiometamorphosen, p. 168. FISCHERS Versuche mit *Arctia Caja* L., p. 168. Fr. v. CHAUVINS Versuche mit Axolotl, p. 169. Die BROWN-SÉGAURDSchen Versuche mit Meerschweinchen, p. 169. Wichtige Einwände gegen dieselben, p. 170. ENGELMANNs und GAIDUKOWs Versuche mit *Oscillaria*, p. 172. v. WETTSTEINs Versuche mit Linum und Ricinus, p. 173. HANSENS sporenlose *Saccharomyces*, p. 174. Abies- und Larix-Versuche CIESLARS, p. 174. KLEBAHNs Versuche mit *Puccinia Smilacearum-Digraphidis*, p. 174. Farbenverlust bei *Micrococcus prodigiosus*, p. 175. Virulenzverlust bei Bakterien, p. 176. Nicht jede Biaiometamorphose ist erblich: BONNIERS Versuche mit Alpenpflanzen, p. 176. Indirekte Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften: Weiche Haut an Händen und Füßen bei Neugeborenen, p. 176. Schwielen bei *Phacochoerus*, p. 176. Farbe der Menschenrassen, p. 177. Pigmentarme Höhlentiere, p. 177. GOEBELs Meinung über abgeflachte Wurzeln, p. 177. Vikariierende Arten, p. 178.

Meine Damen und Herren! Bevor wir weitergehen, scheint es mir wünschenswert, Ihnen mitzuteilen, in welcher Richtung wir uns weiter bewegen werden.

Der Zweck dieser Vorlesungen ist, Sie mit dem Material bekannt zu machen, auf dem unsere Evolutionstheorien sich stützen, um darauf die wichtigsten derselben mit Ihnen zu besprechen.

Es ist darum notwendig, zunächst die Art unseres Problems genau zu definieren, und ich glaube kaum, daß dies je besser als von BATESON (1894) geschehen ist:

- I. Die Lebewesen sind sehr verschiedener Form; in ihrer Gesamtheit betrachtet, bekommen wir nicht den Eindruck eines langsamen Übergangs der einen Form zur anderen, sondern die Serie besteht aus einer Anzahl von Formen, von denen jede etwa mit einer Perle an einer Perlenschnur zu vergleichen ist; die Serie ist also nicht kontinuierlich, sondern unterbrochen. Diese Perlen sind die Arten.

Sehr schön und sehr kurz drückt BATESON dies wie folgt aus: The forms of living things are various and on the whole are discontinuous or specific.

- II. Die Formen, welche wir Arten nennen, passen im allgemeinen in die Stellen und Umstände, in denen sie leben müssen.
- III. Die Kinder sind den Eltern nicht vollkommen gleich; in der Serie Eltern — Kinder, findet Variation statt.

Das sind die Tatsachen. Die Fragen, welche sich uns aufdrängen, und deren Beantwortung wir in diesen Stunden suchen, sind demnach

- I. Wie sind diese diskontinuellen Formen oder Arten entstanden?

- II. Wie kommt es, daß sie angepaßt sind?

Was haben wir nun bis jetzt besprochen, das uns bei der Lösung dieser Fragen behülflich sein kann, und was müssen wir noch behandeln, bevor wir, mit einiger Aussicht auf Erfolg, diese Lösung versuchen können?

Wir haben gesehen:

- I. Daß die Form des Individuums nicht unveränderlich, sondern eine Zwangsform ist, eine Funktion der spezifischen Struktur des be-

treffenden Organismus und der äußeren Umstände. Wir haben das kurz ausgedrückt, indem wir die normale Form eines Individuums einen Biomorphos, die Veränderung derselben durch morphogene Reize eine Biometamorphose nannten.

II. Wir haben die normale Vererbung der Eigenschaften der Eltern auf ihre Kinder, Enkel und Urenkel verfolgt und gesehen, daß die elterlichen Eigenschaften nicht als ein Komplex durch die Kinder etc. geerbt werden, sondern daß

- a) die Eigenschaften der Eltern, während der Gametogenesis über die Gameten verteilt werden;
- b) daß durch die Kombinationen solcher Gameten Kinder entstehen, welche untereinander und von den Eltern verschieden sind;
- c) daß dies daher rührt, daß jede Gamete nicht sämtliche Eigenschaften der Eltern besitzt, sondern daß einige derselben durch andere ersetzt sein können;
- d) wir haben die Nachkommen in ihrer Gesamtheit betrachtet und gesehen, daß die Verteilung der elterlichen Eigenschaften über dieselben nach den Gesetzen des Zufalls stattfindet;
- e) wir haben gesehen, daß der Entwicklungsgrad einer jeden Eigenschaft von der Ernährung im weitesten Sinne abhängt;
- f) der eruierte Unterschied zwischen den Kindern untereinander und zwischen diesen und ihren Eltern, nennen wir kontinuierliche Variabilität, kontinuierlich, weil sie in jeder Generation angetroffen wird.

III. Wir sehen sofort ein, daß diese kontinuierliche Variabilität, nur in beschränktem Maße zur Artbildung brauchbar ist, indem von ihr zwar verschiedene Kombinationen präexistierender Eigenschaften gebildet werden können, etwas wirklich Neues aber nicht daraus hervorgehen kann. Die Existenz 2-, 4-, 6-, 8-beiniger Wesen könnte meinetwegen dadurch erklärt werden, die Entstehung von Flügeln aber muß offenbar auf etwas anderem beruhen, denn keine Kombination der Eigenschaft „beinbesitzend“ kann zur Produktion von Flügeln führen.

Die Fragen, welche wir uns also noch stellen müssen, bevor wir an die Lösung unseres Problems herangehen können, lauten also:

I. Gibt es vielleicht noch eine andere Erblichkeitsform? Kann das Lebewesen vielleicht auf seine Nachkommen Eigenschaften vererben, welche ursprünglich nicht in seinem Besitz waren, sondern welche es während seines Lebens erhalten hat? Kurz ausgedrückt heißt dies:

Gibt es eine Vererbung erworbener Eigenschaften?

II. Gibt es vielleicht noch eine andere Variabilität als die Kontinueller?

Gehen wir also zunächst zur Behandlung dieser beiden Fragen über und fangen wir mit der Vererbung erworbener Eigenschaften an:

Dieses Thema ist vielfach behandelt worden, und die Frage wird meistens in verneinendem Sinne beantwortet; meines Erachtens mit Unrecht.

Öfters hat man versucht, die Unmöglichkeit einer Vererbung erworbener Eigenschaften dadurch zu beweisen, daß man Tieren viele Generationen hindurch den Schwanz abschnitt und nachwies, daß die Nachkommen dennoch Schwänze besaßen.

Es ist kaum nötig auf die völlige Unzulässigkeit einer solchen Beweisführung hinzuweisen; fast mit demselben Rechte könnte man den Umstand, daß wir unsere Haare schneiden lassen müssen, trotzdem viele Generationen sie regelmäßig kürzten, als einen Beweis gegen die Vererbung erworbener Eigenschaften anführen.

Für das junge Tier besitzt das Abschneiden des Schwanzes seiner Mutter nicht den geringsten Grund, selbst keinen Schwanz zu bilden.

Seine Form, welche, wie wir sahen, das Resultat seiner spezifischen Struktur und der äußeren Reize ist, wird trotzdem in großen Zügen dieselbe wie die seiner Eltern sein.

Wir sahen, daß die Form ein *Biaiomorphos* ist; man könnte also — natürlich mit einiger Übertreibung — sagen, daß die äußeren Bedingungen die Form sind, in welche die spezifische Substanz gegossen wird.

Es sei nun ein Mann damit beschäftigt, Blei in eine Hundeform zu gießen; ich nehme den Bleihund heraus und schneide seinen Schwanz ab. Nun gießt der Mann wieder Blei in die Hundeform. Weshalb würde dieser Hund schwanzlos sein, während Form und Material dieselben blieben? Das ist doch de facto dasselbe was getan wird, wenn man lebendigen Hunden den Schwanz abschneidet, denn die Möglichkeit einer Veränderung der spezifischen Substanz durch einen solchen Eingriff ist doch zu gering.

Die Frage ist aber anders. Es fragt sich nicht, ob während der Entwicklung des Tieres einwirkende Reize die Form verändern können — das ist genügend bewiesen — sondern ob sie die spezifische Substanz dermaßen beeinflussen können, daß sie diese veränderte Form auf ihre Nachkommen überträgt.

Unsere Frage muß demnach lauten:

Können *Biaiomorphosen* vererben?

Rezente Untersuchungen, sowohl botanischer wie zoologischer Art, zwingen uns, meiner Überzeugung nach, wenigstens in gewissen Fällen diese Frage bejahend zu beantworten.

Fangen wir mit einem zoologischen Beispiel an. In 1901 stellte FISCHER (1901) höchst beachtenswerte Versuche mit Schmetterlingen, und zwar mit *Arctia caja* L., dem bekannten Bärenschmetterling an. Von 135 normal aufgezogenen Raupen erhielt er 102 Puppen. Von diesen hielt er 54 bei normaler Temperatur, aus denen 54 vollkommen normale Schmetterlinge ausschlüpfen. Die übrigen 48 wurden einer intermittierenden Kälte von -8°C ausgesetzt, und lieferten 41 abweichende Formen, bei denen die braunen Flecke auf den Vorderflügeln und die schwarzen auf den Hinterflügeln mehr oder weniger stark verbreitet waren.

Ein sehr abweichendes Männchen und ein weniger abweichendes Weibchen wurden gepaart und ihre Eier und Raupen bei normaler Temperatur ($20-24^{\circ}\text{C}$) aufgezogen.

Aus 173 so erhaltenen Puppen krochen die Schmetterlinge in 12 Tagen heraus. Zunächst erschienen nur normale Formen, unter den letzteren aber befanden sich 17 abweichende Exemplare, und zwar in demselben Sinne abweichende wie die Eltern.

Von STANDFUSS und WEISMANN wurden ähnliche Versuche mit anderen Schmetterlingen, *Vanessa*-arten („kleine Füchse“) angestellt, welche zu dem nämlichen Resultat führten. WEISMANN gibt denn auch die Vererbung erworbener Eigenschaften — in unserem Sinne — zu.

Nach ihm aber ist dies keine Vererbung erworbener Eigenschaften, denn nach ihm darf man nur dann davon reden, wenn man mit einer Veränderung somatischer Zellen zu tun hat; hier aber ist seiner Meinung nach das Keimplasma durch die Kälte verändert, und liegt also keine erworbene Eigenschaft vor.

Unserer Auffassung nach ist dies ein wertloses Argument, da wir keinen prinzipiellen Unterschied zwischen Keimplasma und Somaplasma anerkennen, und überdies weder WEISMANN noch irgend ein anderer weiß, ob die Veränderung hier vom Keimplasma oder vom Soma ausgeht.

Wir konstatieren also, daß auch WEISMANN, der von Vererbung „erworbener Eigenschaften“ nichts wissen will, zugibt, daß Biometamorphosen erblich sein können.

Deutlich drückt er dies aus in seinen Vorträgen (1904) auf p. 224:

„Es steht außer Zweifel, daß äußere Einflüsse, wie sie von den Medien in welchen eine Art lebt, ausgehen, in stände sind, direkt das Keimplasma zu verändern, d. h. also dauernde, weil erbliche Abänderungen hervorzurufen und wir haben diesen Vorgang früher schon gestreift und als „induzierte Germinalselektion bezeichnet“.

Recht wichtig scheinen mir auch die Versuche von Frl. v. CHAUVIN (1885), mit Axolotln, welche ich aus ROBERT MÜLLER (1905) entlehne, und, mit Auslassung von weniger Wichtigem, hier wörtlich wiedergebe.

Bekanntlich werden die weiblichen und männlichen Exemplare dieser Molchart in der Regel noch im Wasser als Larven mit Kiemen und plattem Schwanz geschlechtsreif, so daß das vollständig ausgebildete Tier nur ausnahmsweise angetroffen wird. Man bezeichnet diese Erscheinung als Neotonie. Werden aber die Larven veranlaßt, auf das trockene Land zu kriechen, so entwickeln sie sich dort zu ebenfalls zeugungsfähigen Salamandern mit Lungen und zylindrischem Schwanz. Der Molch kann also entweder in der ältern Salamanderform Amblystoma oder in der neotonischen Larvenform, als Axolotl, geschlechtsreif und zeugungsfähig werden. — — — Die Abkömmlinge von Amblystoma nun lenken auf eine viel geringere Beeinflussung durch die Luft hin, in die atavistische Bahn ein, und durchlaufen die atavistische Reihe viel schneller als die Abkömmlinge von neotonischen (Axolotl) Eltern.

Die Disposition zum Einlenken in die atavistische Bahn erscheint bei den Amblystomenabkömmlingen derart erhöht, daß beispielsweise von 20 Larven alle ohne Ausnahme, sobald ihnen die Gelegenheit dazu geboten war, das Wasser verließen und sich in Amblystomen umwandelten, obwohl sie unter Bedingungen gehalten wurden, unter denen bei von Axolotl erzeugten Tieren, die Umwandlung in keinem Falle erfolgt wäre.“

Das klassische Beispiel für die Vererbung erworbener Eigenschaften bieten die Versuche von BROWN-SÉQUARD, nach welchen die Folgen gewisser operativer Eingriffe von den Nachkommen vererbt werden würden.

Ich entlehne die Darstellung dieser Versuche dem interessanten Buche MORGANS „Evolution and Adaptation“.

BROWN-SÉQUARD fand, daß bei Meerschweinchen durch das Durchschneiden gewisser Nerven operativ Epilepsie verursacht werden könne. Die Jungen solcher experimentell epileptischen Eltern waren dann spontan epileptisch. — Noch wichtiger war die Wahrnehmung, daß, wenn gewisse Organe von der Operation betroffen werden, dieselben

Organen in den Nachkommen affiziert sind. Diese BROWN-SÉQUARD'schen Resultate sind der Hauptsache nach, von OBERSTEINER, LUCIANI und ROMANES bestätigt, in der letzten Zeit (1900) aber in einer mir unzugänglichen Jenenser Dissertation von SOMMER bestritten. Es handelt sich aber bei letzterer Arbeit nur um Epilepsie.

Die folgenden Resultate wurden von BROWN-SÉQUARD erhalten:

1. Epilepsie bei Tieren aus Eltern, welche durch Beschädigung des Rückenmarks epileptisch gemacht worden waren.
2. Idem; die Eltern epileptisch gemacht durch Sektion des Nervus sciaticus.
3. Eine Veränderung in der Form des Ohres bei Tieren, bei welchen eine solche Veränderung das Resultat einer Division des cervikalen sympathischen Nerven war.
4. Teilweise geschlossene Augenlider in Tieren, bei deren Eltern dieser Zustand der Augenlider entweder durch Sektion des cervikalen sympathischen Nerven, oder durch Entfernung des oberen cervikalen Ganglions entstanden war.
5. Exophthalmia in Tieren, aus Eltern geboren, bei welchen Beschädigung des restiformen Körpers Augenglotzen verursacht hatte. Dieser interessante Umstand wurde viele Male beobachtet, und die Transmission des morbiden Augenzustandes über vier Generationen beobachtet. In diesen Tieren glotzten gewöhnlich beide Augen, obwohl in den Eltern gewöhnlich nur ein Auge Exophthalmia zeigte, da in den meisten Fällen nur eins der Corpora restiformia beschädigt wurde.
6. Hämatoma und trockenes Gangrän der Ohren bei Tieren, aus Eltern, bei denen diese Ohrenveränderung experimentell durch Beschädigung des restiformen Körpers in der Nähe der Spitze des Calamus verursacht worden war.
7. Abwesenheit von zwei der drei Zehen der Hinterbeine, und bisweilen von allen dreien, in Tieren, deren Eltern sich die Hinterbeinzehen abgefressen hatten, nachdem diese entweder durch Sektion des Nervus sciaticus oder von diesem und dem kruralen Nerven gefühllos gemacht worden waren. Bisweilen fehlten nicht die ganzen Zehen, sondern nur Stücke von einer oder zwei oder drei, trotzdem bei den Eltern der ganze Fuß fehlte (z. T. abgefressen, z. T. durch Entzündung, durch Ulzeration oder durch Gangren zerstört).
8. Erscheinung verschiedener morbider Hautzustände in Tieren aus Eltern, bei denen ähnliche Affektionen durch Beschädigung des Nervus sciaticus experimentell verursacht waren.

Zu diesen gewiß auffälligen Versuchen BROWN-SÉQUARDS sei Folgendes bemerkt.

Ad. 1 und 2. ROMANES, der viele dieser Versuche z. T. unter BROWN-SÉQUARDS direkter Aufsicht wiederholte, hat den Versuch der Durchschneidung des Rückenmarks nicht wiederholt, sondern fand, daß es, um Epilepsie hervorzurufen genügt, den Nervus sciaticus zu durchschneiden. ZIEGLER weist mit Recht darauf hin, daß die Meerschweinchen sehr nervöse, zarte Geschöpfe sind und bei ihnen selbst nach unbedeutenden operativen Eingriffen epileptische Anfälle beobachtet werden. In 40 Fällen von operierten Meerschweinchen konnte SOMMER keine Epilepsie bei den Kindern wahrnehmen.

Liegt es bei diesen Erfahrungen nicht auf der Hand anzunehmen, daß BROWN-SÉQUARD mit Tieren arbeitete, die alle auf der Grenze der Epilepsie standen, so daß die Schwächung der Eltern durch irgend einen Umstand, in casu durch Operation, genügte, um diesen latent vorhandenen Zustand ans Licht treten zu lassen?

Ad. 3 und 4. Es ist ROMANES bei seinem Leben nicht gelungen, diese Resultate zu bestätigen. Aber kurz nach seinem Tode veröffentlichte Dr. HILL in „Nature“ eine Notiz, daß zwei Meerschweinchen beide mit „a well-marked droop of the upper eye-lid“ geboren wären. Diese Meerschweinchen waren Kinder eines Paares „in both of which I had produced for Dr. ROMANES, some months earlier, a droop of the left upper eyelid by division of the left sympathetic nerve“.

Daß dieser eine Fall „Zufall“ sein kann, liegt auf der Hand.

Ad. 5. Trotzdem ROMANES hier bisweilen Exophthalmia bei den Nachkommen konstatierte, sagt er selber: „Nevertheless I am far from satisfied that this latter fact is anything more than an accidental coincidence.“

Ad. 6. ROMANES fand, daß Beschädigung des restiformen Körpers Hämatoma und trockenes Gangrän verursachen kann, entweder verschiedene Wochen nach der Operation oder sogar noch viel später: nach vielen Monaten. Die Krankheit tastet meistens die oberen Teile beider Ohren an, und dann kann nach und nach das ganze Ohr erkranken. „As regards to the progeny of animals thus affected, sagt ROMANES, in some cases, but by no means in all, a similarly morbid state of the ears may arise apparently at any time in the life-history of the individual. But I have observed that in cases where two or more individuals of the same litter develop this diseased condition, they usually do so at about the same time, even though this may be months after birth and, therefore after the animals are fully grown“.

Überdies erstreckt sich die Krankheit nie über einen so großen Teil des Ohres bei den Kindern wie bei den Eltern und „it almost always affects the middle third of the ear“.

ROMANES gibt dann folgende Analyse seiner Resultate:

„Since a different part of the ear of the progeny is effected, and also a „very much less quantity thereof“ it might seem that the result was due either to a mere coincidence, or to the transmission of microbes.“

Aber weiter sagt er, daß er beide Möglichkeiten so ziemlich ausgeschlossen habe, indem er den eigentümlichen Prozeß nie beobachtete „in the ears or in any other parts of guinea-pigs which have neither themselves had the restiform-bodies injured, nor been born of animals thus affected“. Eine Übertragung der Krankheit auf gesunde Tiere durch Infektion mit erkrankten Partikelchen der angetasteten Teile der kranken Tiere gelang nicht.

ROMANES schließt daraus, daß diese „results in large measure corroborate the statements of BROWN-SÉQUARD; and is only fair to add that he told me they were the results which he had himself obtained most frequently, but that he had also met with many cases where the diseased condition of the ears in parents affected the same parts in their progeny and also occurred in more equal degrees“.

Ad. 7. ROMANES erhielt nie eine Vererbung dieses Umstandes, aber da auch BROWN-SÉQUARD diese Vererbung nur in 1—2 Proz. der Fälle

beobachtete, gibt ROMANES zu, daß seine Versuche vielleicht nicht zahlreich genug gewesen seien.

Eine wichtige Beobachtung in bezug auf diese Angelegenheit machte MORGAN. In einem Wurf von Mäusen waren die eben aus dem Neste herauskommenden Tierchen sämtlich schwanzlos. Beim zweiten Wurf geschah genau dasselbe, aber MORGAN beobachtete die Tierchen diesmal früher und sah, daß die Mutter ihnen sämtlich den Schwanz abgebissen hatte. Dieser perverse mütterliche Instinkt ist, wie MORGAN bemerkt, nicht schwer zu verstehen, wenn wir uns erinnern, daß die Mütter den Nabelstrang eines jeden Kindes abbeißen; diese übertrieb die Sache nur, indem sie den ebenfalls hervorragenden Schwanz abbiß.

Wo solche perverse mütterliche Instinkte bestehen, ist es also sehr gut möglich, daß die Verstümmelung der betreffenden Meer-schweinchen keineswegs ererbt war, sondern von einem Eingriff der Mutter herrührte.

Ad. 8. Die Versuche wurden von ROMANES nicht wiederholt, da die BROWN-SÉQUARDSchen Resultate selber kaum ausgesprochen genug waren.

Rekapitulierend läßt sich also No. 6 als das beste der Experimente betrachten. Trotzdem wir dort nicht den Fehler angeben können, so sind doch zwei Sachen wohl zu beachten:

1. Gangrän ist eine Krankheit, welche von vielen anderen Ursachen, als von dem vorangehenden operativen Eingriff her-rühren kann.
2. Die Zeit zwischen dem operativen Eingriff und der Erscheinung der Krankheit ist so lang, daß der Beweis eines kausalen Zu-sammenhanges nicht einwurfsfrei ist.

Selbstverständlich sind damit die Resultate nicht widerlegt, aber Vorsicht ist geboten.

Summa Summarum stimme ich MORGAN bei, wenn er sagt „if I were a Lamarckian, I should feel very uncomfortable to have the best evidence in support of the theory come from this source“.

Die beste Evidenz ist es aber, wie wir bereits sahen, keineswegs. Ich will nun keine weiteren zoologischen Beispiele zur Erklärung der Vererbung von Biometamorphosen beibringen, da ich mich nicht für befugt halte, darin das Richtige vom Unrichtigen genügend unterscheiden zu können; ich begeben mich lieber auf ein Gebiet, auf welchem ich mich wenigstens einigermaßen wohl zum Urteilen befugt erachte, auf das der Botanik.

Da gibt es eine Serie äußerst interessanter Beispiele. Fangen wir mit keiner geringeren Autorität wie ENGELMANN (1902—1903) an. Im Verein mit GAIDUKOV (1902—1903) unternahm er folgende interessante Versuche mit

Oscillaria.

Schon in 1883 (Bot. Ztg., No. 1 und 2) hatte ENGELMANN gezeigt, daß die damals allgemein verbreitete Idee, als sei ausschließlich das Chlorophyll zur Photosynthese imstande, unrichtig ist.

ENGELMANN zeigte, daß Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge, verschieden gefärbtes Licht also, in jedem Falle — ceteris paribus — desto bessere Photosynthese verursachten, je mehr sie von dem betreffenden Farbstoffe absorbiert wurden.

Dasjenige Licht also, welches zu der Farbe der betreffenden Pflanze komplementär ist, ist das beste.

Die verschiedenen Farbstoffe werden von ENGELMANN mit dem allgemeinen Namen: Chromophylle angedeutet.

ENGELMANN versuchte nun die Frage zu beantworten, ob künstliche, langandauernde Einwirkung farbigen Lichtes die Farbe der Alge verändern könne.

GAIDUKOV führte diese Versuche mit *Oscillaria* aus und fand, daß die Einwirkung von

rotem	Licht eine grüne	Farbe der Alge verursacht
gelbbraunen	„ „ blaugrüne	„ „ „ „
grünem	„ „ rötliche	„ „ „ „
blauem	„ „ braungelbe	„ „ „ „

so daß die ursprüngliche Farbe der Alge sich solcherweise verändert, daß sie komplementär zum einwirkenden Licht wird.

Diese Erscheinung nennt ENGELMANN komplementäre chromatische Adaptation. Besser wäre komplementäre chromatische Biaiometamorphose.

Weitere Versuche zeigten nun, daß die durch langwierige Wochen und Monate anhaltende Einwirkung einer bestimmten Lichtart verursachte Farbeveränderung bestehen blieb, auch wenn die Algen nachher wieder in weißem Licht kultiviert wurden. Da hierbei fortwährend Zellteilung stattfindet, ist die Biaiometamorphose also erblich geworden.

Wir dürfen hierbei aber nicht vergessen, daß wir nur mit einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung zu tun haben.

Der Tatsache selbst schadet dies aber nicht: die Tochterzelle, welche eigentlich in weißem Lichte eine blaugrüne Farbe hätte bilden sollen, wird rot, weil in der Mutterzelle durch einen früheren Reiz (grünes Licht) eine Veränderung verursacht und diese Veränderung auf die Tochterzelle vererbt wurde.

Auf einer im vergangenen Jahre unternommenen Reise sah ich in Wien bei Prof. v. WETTSTEIN folgende noch nicht publizierte sehr interessante Fälle:

Sämlinge von aus den Alpen herrührendem *Linum* blühen in Wien mehr oder minder früher, bis zu neun Tagen, als Keimlinge von Pflanzen gleicher Sippe aus der Ebene, je nach der Höhe des ursprünglichen Standortes.

Das frühere Blühen in den Alpen, eine erworbene Eigenschaft, wurde also vererbt und vererbt sich durch mehrere Generationen.

Sehr interessante Versuche stellt v. WETTSTEIN mit *Ricinus*-sippen an. Es ist Ihnen allen bekannt, daß *Ricinus communis*, auf unserer Breite eine zwar hohe, aber nicht verholzte Pflanze ist, während sie in den Tropen Bäume bildet, zwar kleine, aber mit so kräftigen verholzten Zweigen, daß sie leicht einen sie erkletternden Mann tragen können.

Man meinte nun immer, daß *Ricinus communis* auf unserer Breite ebenfalls Holz bilden würde, wenn sie nur nicht durch die Winterkälte, welche sie tötet, daran verhindert würde.

v. WETTSTEIN fing damit an zu zeigen, daß nicht der Winter die Todesursache unserer *Ricinus*sippe ist, sondern ihre Einjährigkeit; in einem Warmhause stirbt *Ricinus* gerade so gut ab als im Freien.

Wir haben also mit einer einjährigen Rasse zu tun.

In Wien ausgesäte *Ricinus*samen aus den Tropen ergaben Pflanzen, welche sofort Holz bilden und erst nach drei Jahren blühen, während die einjährige Sippe im ersten Jahre blüht.

v. WETTSTEIN ließ nun Samen aus Ägypten kommen, aus einem Zwischengebiet also. Diese hatten im August 1904 noch kein Holz gebildet und blühten noch nicht, während die *Ricinus* aus unserer Gegend, welche hart daneben gepflanzt war, in voller Blüte stand.

Wir haben also hier höchstwahrscheinlich (ganz sicher ist es nicht, es könnten die europäische und ägyptische Rasse spontan durch Variation entstanden sein) mit drei lokalen Biaiometamorphosen zu tun, welche erblich geworden sind.

HANSEN zeigte, daß man bei gewissen *Saccharomyces*-arten, durch Kultur bei abnorm hoher Temperatur die Sporenbildung unterdrücken kann.

Diese Biaiometamorphose, der Verlust des Sporenbildungsvermögens, wird vererbt. Sogar nach 12 Jahren, nach Hunderten von zwischenliegenden Generationen, konnten die Nachkommen noch keine Sporen bilden.

Abies- und *Larix*-arten wachsen bekanntlich langsam in den Alpen und bilden dort dünne Jahresringe. CIESLAR säte nun Samen solcher Alpenformen aus und fand, daß sie im Vergleich mit in der Ebene gereiften Samen Pflanzen mit langsamem Wachstum und dünnen Jahresringen bildeten: dies ist also ein Beweis für die Erbllichkeit von Biaiometamorphosen.

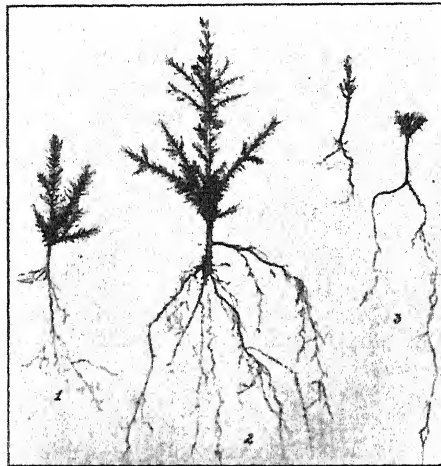


Fig. 59. **Vererbung erworbener Eigenschaften.** Dreijährige unter gleichen Verhältnissen (bei 200 m Meereshöhe) gezogene Fichten verschiedener Samenprovenienz. 1 Samen aus dem Achen-
tal bei 1600 m Höhe; 2 Samen aus dem Achen-
tal bei 800 m Höhe; 3 Samen aus Finnland. Nach
CIESLAR.

Ein schönes Beispiel einer Vererbung einer „Gewohnheit“ liefert KLEBAHN (1904).

Eine auf *Phalaris arundinacea* vorkommende *Puccinia* ist imstande, Aecidien zu bilden auf *Polygonatum multiflorum* All., *Convallaria majalis* L., *Majanthemum bifolium* Schmidt und *Paris quadrifolia* L.

KLEBAHN versuchte nun, ob er bei dieser Pflanze eine „Gewohnheitsrasse“ erziehen könne, d. h. eine Pflanze, welche durch die ausschließliche Kultur seiner Vorfahren auf einer bestimmten Nährpflanze das Vermögen verliert, die anderen Pflanzen zu infizieren.

KLEBAHN sagt über seine diesbezüglichen Versuche Folgendes:

„Das Material war 1892 aus Aecidiosporen von *Polygonatum multiflorum* gewonnen worden, und in jedem folgenden Jahre wurden immer nur die durch Aussaat des vorjährigen Materials auf *Polygonatum multiflorum* erhaltenen Aecidien zur neuen Infektion von *Phalaris* verwandt. Auf diese Weise würde man nach dem Gedanken von MAGNUS zuletzt einen Pilz erhalten müssen, der nur noch *Polygonatum* zu infizieren vermag, nicht *Convallaria majalis*, *Majanthemum* und *Paris*.

Die zu Beginn dieser Versuche vorliegenden Beobachtungstatsachen sprachen nicht allzusehr für diese Möglichkeit. Am ursprünglichen Fundorte des Pilzes wachsen nämlich die Aecidien auf Polygonatum, Convallaria und Majanthemum nebeneinander, Paris aber fehlt 15 km im Umkreise, und es ist daher sehr unwahrscheinlich, daß die Vorfahren des Pilzes einmal auf Paris in der Aecidienform gelebt haben. Trotzdem infizierte das Material, nachdem es schon dreimal nur auf Polygonatum seine Aecidien gehabt, im Sommer 1895 Paris.“

Die inzwischen erzielten Resultate machen aber doch den spezialisierenden Einfluß der Nährpflanze auf den Pilz in hohem Grade wahrscheinlich, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

Versuche, Puccinia Smilacearum-Digraphidis auf Polygonatum multiflorum zu spezialisieren. Beginn 1892.

	Polygonatum multiflorum	Convallaria majalis	Majanthemum bifolium	Paris quadrifolia
1895	reichlich	reichlich	reichlich	schwach
1897	„	mäßig	schwach	gar nicht
1898	„	„	nur Spuren	„
1902	„	schwach	„	„
1903	„	„	mäßig	„

Die Resultate von 1903 will ich noch etwas genauer angeben.

1. Versuch, Polygonatum: alle Blätter sämtlicher Versuchspflanzen mit zahlreichen Stellen, alle groß werdend und reifend. Convallaria: von 30 Stellen 9 gut reifend. Majanthemum: zwar gegen 100 Stellen, aber alle klein bleibend, nur wenige reifend. Paris keine Infektion.

KLEBAHN schließt aus diesen Versuchen:

„Der Unterschied zwischen den Versuchsergebnissen von 1895 und denen von 1902 und 1903 ist so bedeutend, daß meines Erachtens ein Einfluß der 10jährigen Beschränkung des Pilzes auf Polygonatum als Aecidienwirt nicht zu verkennen ist. Das Infektionsvermögen des Pilzes gegen Convallaria, Majanthemum und Paris, namentlich aber das Entwicklungsvermögen desselben auf diesen Pflanzen erscheint erheblich geschwächt. Der spezialisierende Einfluß der Nährpflanzen auf die Schmarotzer kann daher durch diese Versuche — — — für so weit festgestellt gelten, wie es einstweilen möglich ist.“ Also wieder ein Fall einer Vererbung eines äußeren Einflusses, Polygonatum übt auf den Pilz einen bestimmten Reiz aus, wodurch er andere Formen weniger leicht infiziert; dieser eigentümliche Zustand wird durch die Sporen vererbt, trotzdem diese jedesmal erst auf eine andere Nährpflanze — Phragmites — die Teleutosporen bilden müssen, trotz alljährigem Wirtswechsel also.

Ein ähnliches Beispiel liefert Micrococcus prodigiosus. Darüber sagt GOEBEL (1898):

„Einer der bekanntesten farbstoffbildenden Spaltpilze ist der Micrococcus prodigiosus, dessen blutrothe, auf stärkemehlhaltigen Substraten gelegentlich vorkommende Kolonien Anlaß zu der Sage von blutenden Hostien gegeben haben. Die Fähigkeit der Farbstoffbildung kann diesem Spaltpilz durch bestimmte Kulturbedingungen abhanden kommen.

Auf alkalischem Agar-Agar behalten seine Kolonien meist lange Zeit hindurch ihre prachtvoll rote Farbe.

Aber später nimmt sie immer mehr ab, und schließlich hört sie auf; obwohl der Spaltpilz selbst nicht etwa abgestorben oder krank ist, sondern weiter lebt und sich vermehrt, bleiben seine Kolonien weiß. Überträgt man jetzt die Kultur auf Kartoffeln oder ein anderes stärke-mehlhaltiges Substrat, so erscheint sofort wieder die rote Farbe.

War er aber lange Zeit auf Agar gezüchtet, so wächst er auch bei Übertragung auf Kartoffeln anfangs weiß, oft mehrere Generationen hindurch, bis allmählich die rote Farbe sich wieder einstellt — — —. Das angeführte Beispiel zeigt uns, daß in der Tat durch länger andauernde äußere Einwirkungen eine Umstimmung im Organismus eintreten kann und daß die Abänderungen um so fester haften, je länger der äußere, sie hervorrufende Faktor eingewirkt hat; und daß selbst anscheinend dauernde Umänderungen durch äußere Einwirkungen bedingt werden können, zeigt das Verhalten anderer Bakterien, die ihre Virulenz oder die Fähigkeit, Farbstoffe hervorzubringen, anscheinend dauernd verloren haben.“

Es sei mit den oben besprochenen Beispielen keineswegs behauptet, daß jede Biaiometamorphose erblich sei, im Gegenteil. BONNIER zeigte, daß man viele Alpenpflanzen mit typischem Alpenhabitus wieder zur normalen Ebenenform zurückkehren lassen kann, nur dadurch, daß die Hälfte des entzweigerissenen Individuums in der Ebene ausgepflanzt wurde.

Öfters hat man dies als einen direkten Beweis gegen die Erbllichkeit von Biaiometamorphosen angeführt. Mit welchem Rechte, ist mir immer unklar geblieben. Aus dem Experimente doch folgt direkt, daß die Einwirkung sogar nicht genügt, das Individuum dauernd zu verändern. Wie kann man denn erwarten, daß die Veränderung erblich sein würde? Es ist, als erwartete man bereifte Fohlen zu erhalten von einer Mähre, deren Haare im Winter mit Eiskristallchen bedeckt gewesen sind.

Ich glaube, daß die erörterten Beispiele genügen um zu zeigen, daß die Existenz erblicher Biaiometamorphosen nicht geleugnet werden darf.

Indirekte Beweise für die Vererbung von Biaiometamorphosen gibt es in Hülle und Fülle.

Wir wissen ja alle, daß durch vielen Gebrauch die Haut auf der Innenseite von Händen und Füßen dicker wird. DARWIN erwähnt bereits, daß bei neugeborenen Kindern die Haut der Fußsohlen und der inneren Handflächen dicker ist als an den übrigen Körperstellen.

LACHE (1902) erwähnt einen analogen, aber vielleicht noch überzeugenderen Fall bei einem Wildschweigenus bei *Phacochoerus*. Dieses Tier liegt beim Wühlen und Fressen auf den Knien der Vorderbeine, und schiebt sich auf diesen mittels Stemmen und Drücken der Hinterbeine weiter. Keine einzige andere Suide hat diese Gewohnheit, und damit ist es in Übereinstimmung, daß nur *Phacochoerus* stark verhornte, haarlose Callusplatten an den Vorderknien besitzt, worin wir höchstwahrscheinlich eine Biaiometamorphose zu sehen haben. Wichtig ist nun, daß die Embryonen sogar schon bei einer Länge von 18 cm diese stark verhornten, kahlen Callusplatten besitzen. Es ist wohl kaum möglich, hier nicht an eine Vererbung von Biaiometamorphosen zu denken.

Das nämliche gilt nach EIMER für die Farbe der Menschenrassen; je mehr man, von unserer Breite ausgehend, sich dem Äquator nähert, desto dunkler werden die Menschenrassen. EIMER deutet mit Recht

darauf hin, daß es sich hier nicht nur um einen Rassenunterschied wie zwischen Negern und Arabern handelt, sondern daß man bei derselben Rasse braune und pechschwarze Personen antrifft, je nach ihrer Entfernung vom Äquator. Diese Bemerkung ist richtig, ich erinnere mich, wie mir, als junger Student mit meinem Freunde Dr. J. W. C. GOETHART in Algerien reisend, die kohlschwarze Hautfarbe der Araber im südlichen Teile dieses Landes auffiel in Gegensatz zu der hellbraunen des nördlichen Arabers. Dennoch hatten wir dort mit einer Rasse zu tun, welche deutlich zeigte, keine Berührung mit Negern zu haben, was daraus hervorging, daß ein zufällig anwesender Neger bei ihnen das größte Interesse erweckte. Trotzdem unsere Araber dem Neger an Tiefe der Schwärze nichts nachgaben, wurde er offenbar als etwas ganz Besonderes betrachtet. So weit ich mich erinnere, zeigten diese schwarzen Araber keine Spur von Negerzügen, sie waren auch nicht Kraus-, sondern gradhaarig, wie eine lange Locke auf den übrigens kahl rasierten Knabenköpfen deutlich zeigte.

Mir scheint, daß EIMER recht hat, wenn er die starke Pigmentbildung für eine durch die Sonne verursachte Biaiometamorphose hält, welche auf die Nachkommen vererbt wurde.

Man darf dagegen natürlich nicht einwenden, daß Europäer in den Tropen nicht schwarz werden, das Nichtstattfinden einer Biaiometamorphose kann keine Einwendung gegen die Vererbungsmöglichkeit einer anderen Biaiometamorphose sein. Ein Analogon: Ein reicher Mann hinterläßt seinem Sohne ein großes Kapital; die Tatsache läßt sich nicht entkräften durch den Nachweis, daß bei vielen Leuten kein vererbbares Kapital vorhanden ist.

Hatten wir hier zu tun mit Fällen von Vererbung starker Pigmentierung, das Umgekehrte kommt auch vor und zwar bei farblosen Höhlentieren. Als Beispiel nenne ich den farblosen Proteus in Dalmatien. Hier haben wir mit allergrößter Wahrscheinlichkeit mit einer erblichen Biaiometamorphose zu tun. EIMER bemerkt mit Recht, daß es wohl keinem einfallen wird zu meinen, daß zufälligerweise pigmentarme Individuen überall in die Höhlen gekrochen sind und so eine unterirdische pigmentlose Rasse gebildet haben. Jede Erklärung ist gezwungener als die einer vererbten Biaiometamorphose.

Noch eine Äußerung sei aus GOEBELS Rede angeführt: „Es liegt kein Grund vor, warum wir nicht auch bei höheren Pflanzen dieselbe Annahme machen sollten, die, daß lange andauernde äußere Einflüsse erbliche Anpassungen hervorrufen können, und die vergleichende Untersuchung der Anpassungserscheinungen innerhalb eines und desselben Verwandtschaftskreises drängt, wie mir scheint, mit Notwendigkeit zu einem solchen Schlusse hin, einem Schlusse der mit der Annahme LAMARCKS übereinstimmt, daß kongenitale Eigenschaften ursprünglich erworbene sein können. Nur ein Beispiel dafür sei angeführt. Die gewöhnlichen, in der Erde, also bei Lichtabschluß wachsenden Wurzeln sind zylindrisch. Bei zwei Pflanzenfamilien, die im Systeme sehr weit voneinander entfernt stehen, den Orchideen und den Podostomeen gibt es Arten, deren Wurzeln, dem Lichte ausgesetzt, wachsen und ergrünen. Manche dieser Wurzeln zeigen nun auf der Lichtseite eine Abflachung, die so weit gehen kann, daß aus der Wurzel ein ganz blattähnliches Gebilde hervorgeht. Diese Abflachung ist bei manchen Orchideen nachweislich eine Lichtwirkung, im Finstern bleiben die Wurzeln zylindrisch. Bei anderen aber findet sie auch bei Lichtabschluß statt, sie ist offenbar

erblich geworden. Wir haben zu dieser Annahme um so mehr Grund, als wir zahlreiche Beispiele dafür kennen, daß das Licht an chlorophyllhaltigen Pflanzenorganen Abflachung und Oberflächenvergrößerung bedingt, selbst in Fällen, wo ein Nutzen dieser Erscheinung nicht einzusehen ist.“

Ein nicht weniger wichtiger indirekter Beweis für die Vererbung von Biaiotamorphosen liefern die sogenannten vikariierenden Arten.

Darüber sagt WETTSTEIN in seinem Handbuch (p. 40): „Eine pflanzengeographische Tatsache von großer Bedeutung, welche sich aus zahlreichen Untersuchungen ergibt, ist die, daß in Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen aus gemeinsamem Ursprunge entstandene Arten in sich gegenseitig ausschließenden Arealen vorkommen (vikariierende Arten). Betrachten wir in solchen Fällen, in welchen noch nicht durch nachträgliche Veränderungen die ursprünglichen Erscheinungen verwischt sind, das Verhalten der Pflanzen etwas genauer, so finden wir, daß an den Grenzen der Areale sich Zonen von Übergangsformen einschieben, welche gewiß nicht hybriden Ursprungs, sondern als morphologische und phylogenetische Übergänge aufzufassen sind. Dies trifft nicht bloß bei horizontaler, sondern auch bei vertikaler Aufeinanderfolge der Areale zu und wird bei letzterer besonders deutlich.

Es wäre absurd, anzunehmen, daß überall in diesen Zwischenzonen der Umwandlungsprozeß aus einer Art in die andere sich durch Heterogenese oder durch Kreuzung und Auslese vollzog; die einzige ungezwungene Erklärung der Erscheinung ist die, daß beim Vordringen aus einem Gebiete in das andere oder bei einer Änderung der Beschaffenheit dieser Gebiete direkt eine entsprechende Umänderung der Pflanzen eintrat.“

Wir kommen auf diese Fragen später zurück; mir scheint, die angeführten indirekten Beweise können unsere Meinung, daß erbliche Biaiotamorphosen vorkommen, nur stützen.

Gehen wir also zur letzten Frage über, welche noch zu erörtern ist, bevor wir die verschiedenen Deszendenztheorien betrachten können, zu der, ob es außer der kontinuierlichen noch eine andere Variabilität gibt.

Dreizehnte Vorlesung.

Die diskontinuierliche Variabilität.

Verschiedene Formen der Variabilität, p. 179. Systematische Polymorphie, p. 179. Elementäre Arten, p. 180. *Capsella*, p. 180. Kleinspezies, p. 182. Durch Bastardierung verursachte Polymorphie, p. 182. Spontane Abweichungen, p. 182. Sprungvariationen, p. 182. Dackel-krummbeiniges Pferd, p. 183. Otterschafe, *Monolepsis*, Merinoschaf von Mauchamp, p. 184. Hornlose Rinderrassen, Schwarzscher-Pfau, p. 184. Ziegenrassen, dreihufige Schweine, p. 184. Goldfischrassen, p. 184. Kanarienvogelrassen, p. 185. KORSCHINSKY'S Beispiele von Heterogenese im Pflanzenreich, p. 186. Nanisme, p. 186. Plötzliche Variation des Stengels, der Laubkrone, der Blattform, der Blattfarbe, der Blütenfarbe, des Blütenbaus (*Pelorien*), der Blühzeit, der Früchte, p. 186. Das Wesen der Heterogenese, p. 195. Die Eigentümlichkeiten der heterogenetischen Merkmale, p. 195. Die Seltenheit der Erscheinung, p. 196. Bedingungen für die Heterogenese KORSCHINSKY'S, p. 196. Zusammenfassung über Heterogenese, p. 197. Ist eine Sprungvariation eine seltene Kombination zweier extremer Gameten? p. 197. Regressive und progressive Variation, p. 198. Sprungvariationen meistens regressiv, p. 198. Geringe Fruchtbarkeit der Sprungvarianten, p. 198. Schwäche derselben, p. 199. Nicht in voller Ausbildung auftretende Sprungvariationen, p. 199. DARWIN'S Untersuchungen an Taubenrassen, p. 200. *Linaria hemipeloria* DE VRIES. und die daraus von ihm gezüchtete *Linaria peloria*, p. 205. *Capsella* Heegeri, p. 206.

Mit dem Worte Variabilität ist sonderbar gehandelt. Ein klares Exposé gibt HUGO DE VRIES in seiner Mutationstheorie.

Am eigentümlichsten springen Gärtner mit dem Worte Varietät um. Es gibt z. B. im Handel eine *Hedera Helix* var. *arborea*, ein aufrechtes Efeubäumchen, durch das Stecken der orthotropen Blütenzweige der gewöhnlichen *Hedera Helix* erhalten. Es handelt sich hier also nur um das Lebendighalten eines Teiles einer Pflanze. Man würde mit gleichem Rechte einen Unglücklichen, dessen Beine amputiert sind, mit dem Namen *Homo sapiens* var. *apoda* belegen können. Von dieser unrichtigen Verwendung des Wortes absehend, bleiben dennoch viele Sachen übrig, welche man unter dem Sammelwort Varietät begreift. Folgende Erscheinungen werden meistens als Variabilität bezeichnet:

1. Die systematische Polymorphie und ihre vermutlichen Ursachen.
2. Die durch Bastardierung verursachte Polymorphie.
3. Die in Normalkurven ausdrückbaren Differenzen zwischen Individuen und Organen.
4. Die sogenannten spontanen Abweichungen, *single variations*, Sprungvariationen, *variations par secousses*, Mutationen.

Betrachten wir diese Gruppen etwas näher.

I. Systematische Polymorphie.

Man kann bei vielen Pflanzen- und Tierarten bestimmte Formen unterscheiden, welche nicht genau mit dem akzeptierten Typus der Art übereinstimmen. Je nachdem sie mehr oder weniger vom idealen Typus der Art abweichen, werden sie als Subspezies oder als Varietäten unterschieden.

Man spricht gewöhnlich von Varietäten, wenn man die betreffende Form durch ein Merkmal ordentlich charakterisieren kann, von Unterarten, wenn sie durch die Gesamtheit ihrer Eigenschaften vom Typus abweichen, wenn sie also einen abweichenden Habitus besitzen.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß die LINNÉsche Art, die gewöhnliche Art also, eigentlich eine Sammlung verschiedener





Fig. 60. *Capsella bursa pastoris taraxacifolia*. Elterpflanze.

Formen ist, welche um eine derselben, welche als die typische Form betrachtet wird, gruppiert sind.

Die LINNÉschen Arten sind eigentlich auf der Kombination eines ungenügend entwickelten Unterscheidungsvermögens und eines praktischen Bedürfnisses nach Übersichtlichkeit basiert.

De facto besteht jede Art aus einer größeren oder kleineren Anzahl vollkommen scharf getrennter und konstanter, erblicher Formen. Am konsequentesten sind also diejenigen, welche jenen Formen Artnamen beilegen, ihnen also zwei Namen geben.

Eins der besten Beispiele davon liefert *Capsella bursa pastoris*, mit deren Untersuchung ich mich seit einigen Jahren beschäftige.

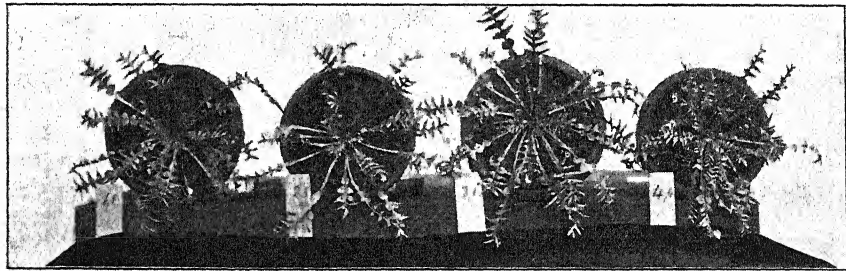


Fig. 61. *Capsella bursa pastoris taraxacifolia*. Nachkommen.

Es gibt da eine Anzahl von Formen, welche, wie ich nachweisen konnte, wenigstens zum Teil konstant sind. Von zwei von solchen samenfesten Formen, welche ich als

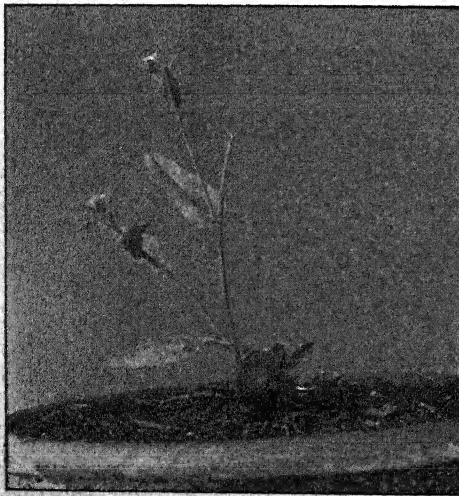


Fig. 62. *Capsella bursa pastoris integrifolia*. Elterpflanze.



Fig. 63. *Capsella bursa pastoris integrifolia*. Nachkommen.

Capsella bursa pastoris taraxacifolia und*Capsella bursa pastoris integrifolia*

unterscheide, sind hier die Eltern und die Kinder abgebildet. Sie sehen daraus, daß sie vollkommen konstant sind. Auch in anderer Hinsicht sind beide Formen verschieden: *integrifolia* ist einjährig, *taraxacifolia* aber zweijährig.

Es gibt noch zahlreiche Zwischenformen wie z. B.:

Capsella bursa pastoris crenulata, welche auch, wie sie sehen, konstant ist, während es andere gibt, welche nicht konstant zu sein scheinen. Möglicherweise haben wir hier mit Hybriden zu tun; ich wage es aber noch nicht diesen Punkt zu entscheiden. Sie sehen aber, daß, was wir *Capsella bursa pastoris* nennen, keineswegs ein Ganzes ist, sondern eine Sammlung mehrerer konstanter Formen, welche durch Kreuzung vielleicht eine Anzahl inkonstanter Zwischenformen würden liefern können.

Sie sehen also, daß, wenn man all diese Erscheinungen mit dem Namen Variabilität bezeichnet, man sehr hete-

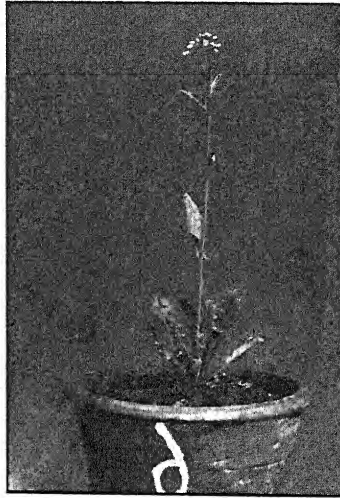


Fig. 65. *Capsella bursa pastoris crenulata*.

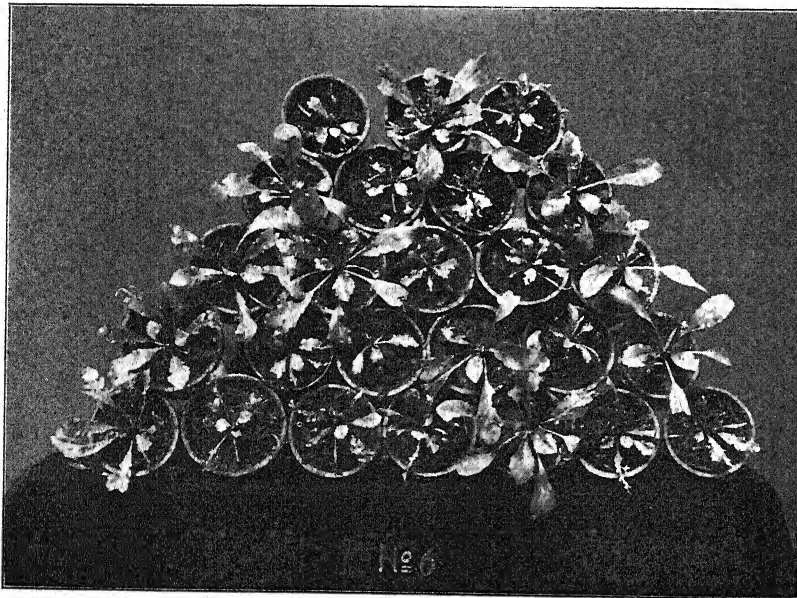


Fig. 66. *Capsella bursa pastoris crenulata*. Nachkommen.

rogene Sachen unter einen Begriff bringt. Nur eine genaue, bei jeder Spezies zu wiederholende Untersuchung kann zeigen, was innerhalb

ihrer Grenzen kontinuierliche Variabilität, was durch Kreuzung verursachte Unterschiede, was diskontinuierliche Variabilität ist, und erst wenn wir eine solche Art vollkommen kennen, wenn wir sie aus Samen sehr verschiedener Gegenden studiert und unter genauer Buchhaltung über ihre Genealogie kultiviert haben, erst dann dürfen wir eine solche „Art“ für Versuche über Erbllichkeit oder Variation verwenden, denn erst dann wissen wir, was wir zu unseren diesbezüglichen Versuchen verwenden.

Wir dürfen also bei Versuchen über Erbllichkeit und verwandte Fragen nicht mit der LINNÉschen Art arbeiten, sondern müssen dazu eine elementäre Art benutzen, welche wir bereits seit einigen Generationen auf ihre Konstanz (und nach den Untersuchungen TSCHERMAKS auch auf Kryptomerie) geprüft haben.

In der richtigen Einsicht in diese Prinzipien und dem konsequenten Innehalten derselben, liegt das große Verdienst der DE VRIESschen Arbeit.

Der zweite Punkt, die durch Bastardierung verursachte Polymorphie, beruht, wir brauchen dies kaum zu betonen, auf veränderten Kombinationen von bei den Eltern bereits anwesenden Eigenschaften. Das kann also vielleicht zur Artbildung geführt, größere Fortschritte im Stammbaume aber nicht verursacht haben, dazu ist die Entstehung neuer Eigenschaften nötig.

Den dritten Punkt, die kontinuierliche Variabilität, haben wir bereits behandelt; es erübrigt also die Gruppe der

Spontanen Abweichungen, Single variations, Sprungvariationen, Variations par secousse, discontinuous variations, meristic variations (BATESON), Mutanten (DE VRIES).

Diese Benennungen deuten eigentlich alle dasselbe an, n. l. das plötzliche Auftreten von Formen, welche vom Augenblick ihrer Entstehung an vollkommen konstant sind.

Wir können sie sofort in zwei, allerdings nicht scharf trennbare Gruppen einteilen, und zwar in eine Gruppe, bei welcher die Veränderung so auffallend ist, daß sogar der Laie sie sofort wahrnimmt, die Gruppe der Sprungvariationen und in eine Gruppe, bei welcher die Veränderung zwar deutlich und sofort erblich ist, aber zu deren Unterscheidung nicht nur ein scharfer, geübter Blick nötig ist, sondern auch eine sehr detaillierte Kenntnis der Art, bei welcher sie auftreten, ja welche sogar so klein sein kann, daß erst durch andere Umstände, z. B. durch vielköpfige Kurven unsere Aufmerksamkeit auf sie gezogen wird; diese weniger auffallenden Sprungvariationen nennt DE VRIES Mutanten. Der Unterschied zwischen beiden ist also nicht prinzipiell, sondern graduell.

Laßt uns zunächst einige Fälle von

Sprungvariationen

kennen lernen. Wir müssen auch hier mit großer Vorsicht vorgehen, denn nicht jede abweichende Form ist, auch wenn ihre Konstanz feststeht, eine Sprungvariation.

Sie kann zu der Gruppe der „analytischen Variationen“ BATESONS gehören, d. h. sie kann ein Rückschlag sein. Ich will hier, wo wir noch nicht über Deszendenz reden, nicht sprechen von Fällen von Rückschlag zu sehr entfernten Ahnen, sondern mich damit begnügen, auf die Mystifikationen hinzuweisen, welche bisweilen von früheren Kreuzungen herrühren können.

Es ist Ihnen wohl bekannt, daß zwei von unseren niederländischen Viehschlägen, Holländer und Friesen, einen solchen Ruf von Milchreichtum genießen, daß erstklassige Tiere für Tausende von Gulden pro Stück zumal von Amerikanern gekauft werden.

Eins der festen Merkmale beider Rassen besteht in der schwarz-bunten Hautfarbe, und darin, daß die schwarzen Flecken sich scharf von dem Weiß abgrenzen.

Von Zeit zu Zeit, sehr selten aber, wird nun ein rotbuntes Kalb geboren, als Kind von vollkommen schwarzbunten Eltern. Ob es so selten geschieht wie es scheint, ist auch noch fraglich, denn der Bauer hat eine ordentliche Angst vor einem solchen roten Kalbe, und womöglich schafft er es unbemerkt fort, da es die Rassenreinheit seines Stalles in Verdacht bringen würde.

Man würde nun leicht ein solches rotes Kalb, zumal wenn es noch in anderen Hinsichten abweicht, z. B. wenn es sehr kurze und feine Hörner, ein breites Kreuz und dergleichen hat, für eine Sprungvariation halten, mit Unrecht aber, denn vor einigen Jahrzehnten dachte man unsere Viehschläge durch die Einfuhr von Durhamstieren verbessern zu können und da diese Durhams (synonym: Shorthorns) alle rot sind, ist das Auftreten roter Kälber bei unseren schwarzgefleckten Rassen öfters eine Folge dieser früheren Kreuzung.

Gehen wir jetzt zu der Betrachtung jener Sprungvariationen über, bei welchen Kreuzung nicht die Ursache sein kann.

Sprungvariationen.

Ein auffallendes Beispiel liefert der Dackel (Basset hound). Da diese Hunderasse aber, wie Zeichnungen auf alten ägyptischen Monumenten beweisen, bereits 2300 Jahre vor Christi Geburt existierte, wissen wir über deren Entstehungsweise zu wenig.

Wir kennen aber einen analogen Fall, nämlich ein krummbeiniges Pferd, das (VOIRIN, III. Landw. Ztg., No. 31903) plötzlich entstand. Das Tier hat nicht nur die krummen Beine des Dackels, sondern auch den entsprechend langen Rücken. Von diesem Tiere kennen wir aber keine Nachkommen, wohl aber von einem von DARWIN (l. c. p. 104) besprochenen krummbeinigen Schafe.

Im Jahre 1791 wurde nämlich in Massachusetts ein Ramm geboren, mit krummen Beinen und langem Rücken wie ein Dackel.

Von diesem einen Tiere wurde die sogenannte Otter- oder Anconrasse gezüchtet. Daß man diese Abnormalität weiter züchtete, hatte seinen Grund in dem Verlangen ein Tier zu erhalten, das nicht über die, die Wiesen der verschiedenen Besitzer trennenden, Hecken springen konnte.

Die Rasse besteht aber nicht mehr, da die Merinoschafe vorteilhafter für die dortigen Verhältnisse sind.

Die Anconrasse ist auch ein schönes Beispiel für die Bildung von ganz dem einen Elter ähnlichen Nachkommen. Da nur dieses eine Anconramm bestand, mußte er natürlich mit einem gradbeinigen Schafe gekreuzt werden. In F_1 entstanden nun Krummbeinige und Gradbeinige. Die miteinander gepaarten Krummbeinigen zeigten sich als völlig konstant. Kreuzte man sie aber mit Gradbeinigen, so entstanden Krummbeinige und Gradbeinige, ja es gibt Fälle von Zwillingen, wovon der eine krumm- der andere gradbeinig ist.

Das hat alles große Ähnlichkeit mit Dominieren und Rezessivismus, dennoch kann davon hier keine Rede sein, denn in F_1 können nur DR-Zygoten gebildet sein und doch verhalten sich einige dieser als wären sie DD-Zygoten zwischen krummbeinigen Eltern. Die Erklärung liegt wahrscheinlich darin, daß es nicht wahr ist. Die DR-Tiere werden wohl erst in F_2 konstante Krummbeinige geworfen haben.

Dennoch ist der Fall nicht unmöglich, denn nachgewiesenermaßen können DR-Zygoten sich ganz wie D oder R betragen. Die Fälle sind unter dem Namen Millardets falsche Hybriden, oder, wie BATESON sie nennt, Monolepsis bekannt.

Monolepsis nach der Mutter hin ist selbstverständlich immer suspekt, da dann Parthenogenese vorliegen kann, aber wenn nach stattgefundener Paarung die Kinder ausschließlich dem Vater gleichen und diese Eigenschaft bei Selbstbefruchtung vererben, so kann ja von Parthenogenese nicht die Rede sein. Solche Fälle erhielt MILLARDET (1894) bei der Kreuzung gewisser Erdbeervarietäten. Dergleiche Fälle sind noch gänzlich unerklärt.

Merinoschafte sind im allgemeinen krauswollig, nicht in so hohem Grade wie das Astrachanschaf, aber doch sehr deutlich.

Im Jahre 1828 wurde nun bei Mauchamp, einem bekannten französischen Züchter, in einer Merinoherde ein Bock geboren mit langer, sanfter, grader, seidenartiger Wolle und anderen Differenzen, z. B. glatten Hörnern statt geringelter, großem Kopfe, langem Nacken, schmaler Brust etc. Diese Sprungvariante vererbte seine Eigenschaften auf die Nachkommen und aus ihm entstanden die Mauchamp-Merinos. Die Rasse wurde viele Jahre lang kultiviert, da sie damals für die Tuchfabrikation großen Wert hatte; veränderte Umstände in der Fabrikation, welche diese Wolle weniger schätzbar machten, haben sie wieder verschwinden lassen.

Nach KELLER (1905) steht es außer Zweifel, daß die Hornlosigkeit verschiedener Rassen auf das Auftreten einer hornlosen Sprungvariante zurückzuführen ist.

Der sogenannte japanische oder Schwarzsulterpfau (DARWIN, Anim. and Pl. I, p. 305), welcher in mancherlei Hinsicht von dem gewöhnlichen Pfau abweicht, z. B. darin, daß er weiß ist, wenn er aus dem Ei kriecht und erst später sich färbt, ist vollkommen konstant.

SIR R. HERON sagt 1835, daß er diese Sprungvariante in Lord Brownlows Pfauenherde habe entstehen sehen.

In Sir J. Trevelyans Zucht von gewöhnlichen Pfauen trat sie ebenfalls plötzlich ohne jegliche Vermittlung auf, und war sofort konstant. Mr. HUDSON GURNEY hat sie ebenfalls selber in einer Brut eines gewöhnlichen Pfau entstehen sehen, und der Ornithologe Prof. NEWTON erhielt sie ebenfalls plötzlich in einer Brut seiner Pfauen, deren Rassenreinheit er seit 20 Jahren kannte. DARWIN sagt also mit Recht:

„These facts seem to me to indicate that the japanned peacock is a strongly marked variety or sport which tends at all times and in many places to reappear“.

Weitere höchst wahrscheinlich auf Sprungvarianten zurückzuführende Tierrassen sind die Ziegenrassen mit vier Hörnern und diejenigen mit einem Halsanhängsel auf beiden Seiten unter dem Ohre, die dreihufigen Schweine Bessarabiens und der Krim, die verschiedenen Rassen der Goldfische wie Teleskop, Fahnen Schwanz, die verschiedenen Kanarienvogelrassen usw., für so weit sie wenigstens keine Hybriden sind.

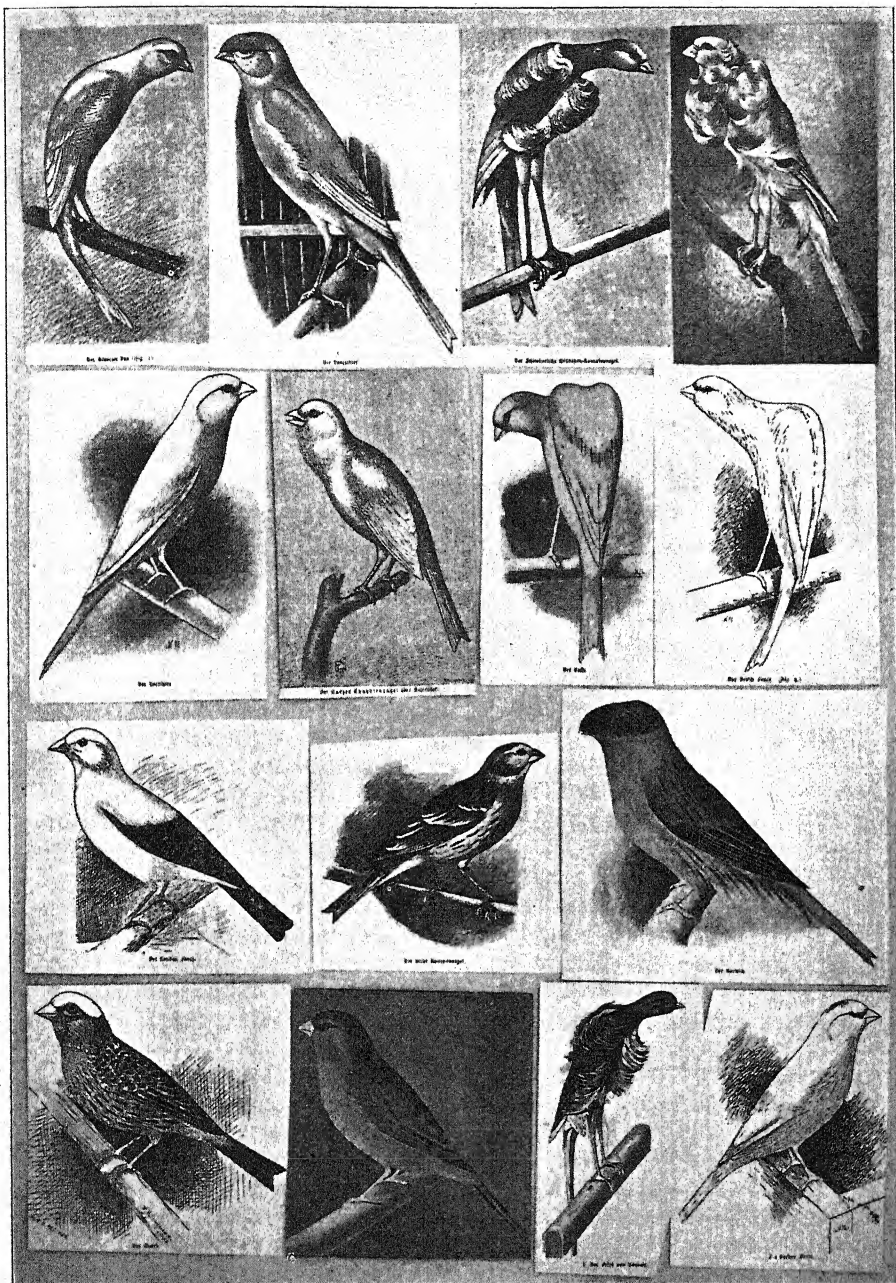


Fig. 67. **Verschiedene Rassen der Kanarie** (nach NOORDUYN). Figurenerklärung von links nach rechts.

Erste Reihe: Der Glasgower Don; der Lancashire; der schweizerische Holländer-Kanarienvogel; der „Serin hollandais“.

Zweite Reihe: Der Yorkshire; der Harzer; der Bossu; der Scotch Fancy.

Dritte Reihe: Der London Fancy; der wilde Kanarienvogel; der Norwich.

Vierte Reihe: Der Lizard; ein „Cinnamon“; der Frise von Roubaix; der Border Fancy.

Sämtlich verkleinert nach NOORDUYN.

Verlassen wir aber das Tierreich um uns dem Pflanzenreich zuzuwenden, wo KORSCHINSKYS (1894) Arbeit uns mit einer großen Reihe von Sprungvarianten bekannt macht, welche Erscheinung er recht typisch mit dem Namen Heterogenese belegt, welcher Namen von KÖLLIKER (1864) entlehnt ist.

1590 entstand im Garten des Apothekers Sprenger in Heidelberg *Chelidonium majus laciniata*, welche konstant und samenfest ist, und jetzt wohl in keinem Garten fehlt.

1761 fand DUCHESNE auf einem Erdbeerenbeet in seinem Garten zu Versailles eine Sprungvariante von *Fragaria vesca*, welche statt dreizähliger Blätter einfache Blätter besaß. Sie stellte sich als konstant und samenfest heraus. Sie wird noch jetzt z. B. von VILMORIN kultiviert.

Aus Samen der *Salpiglossis sinuata* entstand bei VILMORIN 1892 plötzlich eine kronenlose Form: *Salpiglossis sinuata* var. *corolla nulla*. sie stellte sich als konstant und samenfest heraus.

Von *Ranunculus arvensis* erhielt GODRON im Jahre 1866 ein Exemplar mit glatten Früchten, es war vollkommen konstant wie GODRON selbst in acht Generationen nachweisen konnte. Diese Varietät besteht noch jetzt, was daraus hervorgeht, daß Miss SAUNDERS (1905) sie zu Kreuzungsversuchen verwendete; sie erhielt sie aus dem botanischen Garten in Bonn.

1860 fand GODRON in einer Aussaat der *Datura Tatula* L. eine Pflanze mit dornlosen Früchten, welche 13 Generationen lang konstant blieb. Diese Form besteht noch jetzt.

Im Jahre 1860 entstand bei VILMORIN eine Zwergform von *Tagetes signata*; die Pflanze wurde nicht isoliert und es ist also kein Wunder, daß aus ihren Samen nur zwei Zwerge hervorgingen; diese aber erzeugten eine Nachkommenschaft, welche für mehr als 90 Proz. aus Zwergen bestand. Von vielen Zwergbäumen ist die Entstehung und die Konstanz bekannt.

In 1811 entstand in einem Gärtchen in dem normandischen Dorfe Gaillon eine Erdbeerpflanze ohne Ausläufer, welche sich als vollkommen konstant herausstellte. *Celosia cristata* — der Hahnenkamm, ist samenfest.

Persica vulgaris pendula, zweifellos als Sprungvariante entstanden, ist, wie CARRIÈRE zeigte, vollkommen samenfest. DECAISNE bestätigt dies.

Von *Cupressus fastigiata* gibt es eine Form: var. *cereiformis* genannt, deren Stamm nur mit kleinen, steifen, aufrechten Zweiglein besetzt ist, so daß das Ganze eine sich nach oben verjüngende Säule bildet. Diese Form wurde von FERRAND 1838 in Cognac (Charente) in einer Aussaat von normalen *Cupressus fastigiata* gefunden und stellte sich als vollkommen samenfest heraus.

Gegen die Vererbung von Sprungvariationen wird öfters *Taxus baccata* var. *fastigiata* (syn. *Taxus hibernica* Hooker) ausgespielt. So berichtet z. B. MAC-NIB, daß er öfters Samen dieses Baumes gesät aber nie diese Form, sondern stets die gewöhnliche *Taxus baccata* erhalten habe.

Die Erklärung dieses und ähnlicher Fälle ist einfach. Die *Taxus hibernica* wurde in einem einzelnen weiblichen Exemplare im vorigen Jahrhundert in Irland (in den Fermanaghbergen bei Florence Court) gefunden; männliche Exemplare gibt es nicht, sie werden also immer

durch die gewöhnliche *Baccata* befruchtet und diese dominiert offenbar. Wenn die Züchter gelernt haben werden die zweite Generation ihrer Hybriden abzuwarten, wird es sich wohl herausstellen, daß *Taxus hibernica* und ähnliche Formen samenfest zu bekommen sind¹⁾.

Die Gewohnheit der Züchter, in diesen und ähnlichen Fällen die Sprungvariationen nur durch Stecken, Okkulieren, Ablegen oder nach irgend einer anderen Methode ungeschlechtlicher Fortpflanzung zu vermehren, führt zu den sonderbarsten Resultaten.

Die sogenannte italienische Pappel ist wahrscheinlich eine Sprungvariation von *Populus nigra*. Sie trägt die Namen *Populus fastigiata* Desf.; *Populus italica* Moench; *Populus pyramidalis* Rozier. Über ihre Entstehung ist nichts mit Sicherheit bekannt.

Sie wird seit uralten Zeiten in Italien kultiviert, wurde von dort 1749 in Frankreich und 1758 in England eingeführt. Man meinte lange Zeit, daß Italien ihr Vaterland war, bis man sich überzeugte, daß sie auch dort nur in kultiviertem Zustande vorkommt. Man suchte nachher ihr Vaterland in der Krim, in Armenien, Persien, Afghanistan und endlich im Himalaya.

Überall aber, sogar im Himalaya und West-Tibet, war die Pflanze kultiviert und ausschließlich in männlichen Exemplaren.

Trotz ihrer enormen Verbreitung ist keine weibliche italienische Pappel bekannt. Dies erhebt also unsere Vermutung, daß wir mit einer auf ungeschlechtlichem Wege vermehrten Sprungvariante von *Populus nigra*, welche in einem Exemplar entstand, zu tun haben, fast zur Gewißheit.

Höchst wahrscheinlich könnte man durch Kreuzung von *Populus nigra* und Selbstbestäubung der Hybriden (F_1) in der nächsten Generation (F_2) weibliche italienische Pappeln erhalten.

Von der Esche, *Fraxinus excelsior*, ist eine aus dem 18. Jahrhundert stammende, bei Selbstbestäubung völlig samenfeste var. *monophylla* bekannt, bei welcher die Blätter nicht gefiedert, sondern einfach sind. Daß diese Form öfters als nicht konstant beschrieben wird, liegt erstens an der Kreuzung, zweitens aber auch daran, daß es noch eine, vielleicht sogar mehrere Varietäten der Esche gibt, welche neben einfachen Blättern gefiederte besitzen, nl. die Varietäten, welche unter dem Namen *heterophylla* bekannt sind. Vielleicht auch sind diese *Heterophylla*-formen Hybriden zwischen der gewöhnlichen Esche und der *Monophylla*-form.

Vom Flieder, *Sambucus racemosa*, gibt es eine Varietät mit tiefen Einschnitten, so daß die Blätter die Form eines Kammes erhalten. Sie trägt den Namen *Sambucus racemosa plumosa* und ist vermutlich als Sprungvariante entstanden. CARRIÈRE kaufte sie 1866 von Simon Louis frères in Metz und später wurde sie von ANDRÉ beschrieben.

1899 säte CARRIÈRE sie aus, und sie stellte sich als vollkommen samenfest heraus.

Von dem gewöhnlichen Nußbaume, *Juglans regia*, existiert eine *laciniata* Form. 1701 wird sie zuerst von RENEALM erwähnt. 1812 wird von Comte DE MONTBRAN am Wegrande in Châtelleraut ein

1) Dies hat sich inzwischen herausgestellt; es befindet sich wenigstens jetzt im Botanischen Garten zu Jena ein männliches Exemplar der *Taxus hibernica*. Die Herkunft ist aber leider nicht bekannt. Auch versicherte mir der dortige Inspektor aus *Taxus hibernica*-Samen wieder *Taxus hibernica* erhalten zu haben.

Exemplar gefunden und 1827 ein ähnliches von JACQUES in der Nähe von Clermont.

Nüsse von diesem Baume wurden gepflanzt: unter 45 Pflänzchen erhielt man nur eins mit laciniaten Blättern. Nach JÜHLKE ist die var. *laciniata* aber ziemlich samenfest, während BEISSNER sowohl laciniata, wie nicht-laciniata aus derselben Aussaat erhielt. Nach SEELIG ist ± 50 Proz. der Aussaat laciniat. Nüsse eines laciniaten Baumes in Kiel ergaben bei Aussaat nur gewöhnliche Nüsse.

Die Ursache dieser letzteren Erscheinung wurde gefunden. Da männliche und weibliche Blüten sich bei Nüssen auf demselben Exemplare finden, würde man geneigt sein zu meinen, daß Selbstbestäubung Regel, Kreuzbestäubung Ausnahme wäre, und daß also die Inkonstanz unserer Form schwerlich der Kreuzbestäubung zugeschrieben werden könnte. Beim Kieler Baum stellte sich aber folgendes heraus. Die männlichen Blüten entwickeln sich 4—6 Wochen früher wie die weiblichen, und waren also schon lange verschwunden, als letztere erschienen; der Baum wurde also stets durch eine benachbarte gewöhnliche Nuß befruchtet, welche offenbar dominierte.

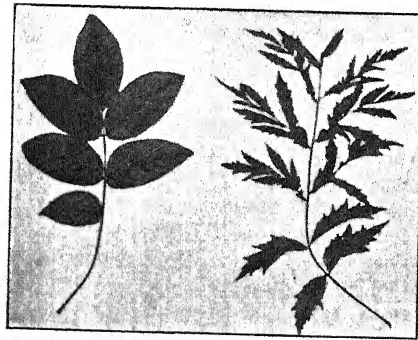


Fig. 68.

Fig. 68. *Juglans regia*, links die normale, rechts die laciniata Form.

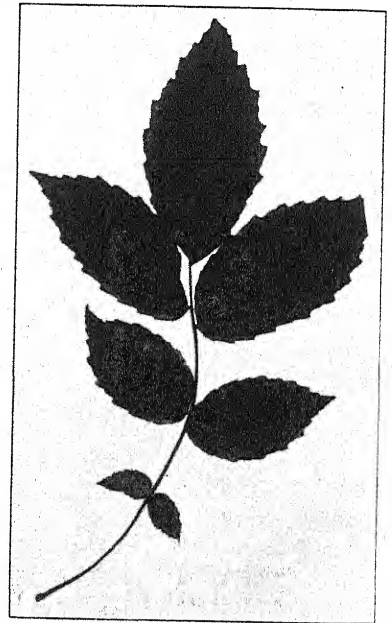


Fig. 69.

Fig. 69. Ein Blatt einer vermutlichen Hybride von *Juglans regia*, *laciniata* ♀, \times *Juglans regia* ♂.

Auf meine Bitte verschaffte sich mein Freund Reynvaan, Baumzüchter in Beekhuizen einige Nüsse eines *Laciniata*-Baumes, welcher auf der einen Seite eines Landhauses gepflanzt war, während auf der anderen Seite dieses Hauses sich ein gewöhnlicher Nußbaum befand.

Aus 15 Nüssen dieses *Laciniatabaumes* gingen 15 Pflanzen hervor, welche sämtlich die Blattform der Fig. 69 besitzen.

Offenbar haben wir hier mit einer Hybrideblendung zu tun, welche zwar sehr dem *Regia*-Vater ähnelt, durch den gezahnten Blattrand aber noch die *Laciniata*-Mutter verrät.

Falls diese Auffassung richtig ist, muß sie sich in F_2 bei Selbstbefruchtung in *Laciniata* und *Regia* spalten; die Bäume werden behufs dieses Versuches gepflanzt.

Viele rotblättrige Formen krautiger Pflanzen, wie z. B. *Ocimum basilicum purpureum*, *Oxalis corniculata purpurea*, *Atriplex hortensis purpurea* sind samenfest; ihre Entstehung ist aber völlig unbekannt.

Es gibt viele purpurblättrige Dahliavarietäten; diese entstammen alle einem einzigen Exemplare, das bei LOUIS VAN HOUTTE in Gent plötzlich entstand. Es wurde, da seine Blüten nicht schön waren, mit anderen Dahlien gekreuzt und gab so vielen Hybriden das Dasein, auf welche es ohne Ausnahme seine rote Blattfarbe übertrug.

Die gewöhnliche Blutbuche wurde im 18. Jahrhundert im Hainleiter Forst bei Sondershausen in Thüringen in einem Exemplar entdeckt. Nach LUTZE (Mitt. Thür. Ver., Neue Folge, 1892, II. Heft, p. 28) bestand dieser Baum noch im Jahre 1892, vielleicht sogar noch heute, und hatte damals einen Umfang von 98 cm. kann also, seiner Meinung nach, nicht unter 200 Jahren alt sein.

1840 säte CAPPE die Samen einer Blutbuche aus Périers (Eure) und diese stellte sich als vollkommen samenfest heraus.

Im allgemeinen aber ergeben Samen der Blutbuche sowohl rote wie grüne Exemplare; die Praxis hat aber gelehrt, daß der Prozentsatz Blutbuchen desto größer wird, je näher sich die Samen beim Stamme befanden. Dadurch wird die Erscheinung erklärt; die an der Peripherie der Krone befindlichen Blüten werden viel eher vom Pollen einer gewöhnlichen Buche befruchtet werden, wie diejenigen, welche sich in der Mitte der Laubkrone befinden.

Ein weiterer Umstand ist bei der Entstehung der Blutbuche von Wichtigkeit, nämlich, daß sie nicht ausschließlich in Thüringen entstanden ist. Andere Originalexemplare sind aus der Schweiz und aus Tirol bekannt.

Die rote Berberitze, *Berberis vulgaris atropurpurea* wurde von BERTIN in Versailles in einer Aussaat der gewöhnlichen Berberitze in einem einzigen Exemplare gefunden. Sie wurde 1839 ausgesät und war vollkommen konstant. Mit einzelnen Ausnahmen war dies auch bei den zahllosen spätern Aussaaten der Fall. Die wenigen Ausnahmen beruhen wohl auf Kreuzung mit der gewöhnlichen Form.

Viele buntblättrige Pflanzen sind samenfest. Man ist im allgemeinen und wohl mit Recht überzeugt, daß Buntblättrigkeit als eine Art Krankheit zu betrachten ist. Trotzdem kann die Krankheit bisweilen nicht nur unschädlich sein, sondern die Pflanze sogar so wenig hindern, daß sie den Kampf ums Dasein mit der grünblättrigen Pflanze nicht nur unternehmen, sondern sogar darin siegen kann.

Ein hübsches Beispiel davon sah ich einmal auf Java. Ein dortiger Cinchonapflanzer hatte in seinem hart am Urwald gelegenen Garten buntblättrige und grüne Abutilons.

Diese waren aus seinem Garten (Kertamanah heißt die bei Bandoeng gelegene Plantage) in den Wald geraten und mußten dort nun den Kampf mit dem Unterholz aufnehmen. Der grünen Form gelang dies nicht, nur einzelne Exemplare waren zur Zeit meines Besuches vorhanden; dagegen siegte die buntblättrige Form so sehr, daß sie die ursprüngliche Vegetation verdrängte und es große Flecken gab, wo eine Reinkultur dieser Pflanze vorhanden war.

Über Veränderungen der Blütenfarbe sagt KORSHINSKY:

„Die Veränderungen der Blütenfärbung stellen unbedingt die am meisten verbreitete Art der Variationen dar. Sie kommen auch bei wildwachsenden Pflanzen sehr häufig vor. In der Kultur aber entstehen sie erstaunlich schnell, häufig schon in den ersten Jahren nach der Einführung der betreffenden Pflanzen in die Kultur —. Derartige Variationen entstehen immer auf heterogenetischem Wege, indem sie in der Aussaat der typischen Formen plötzlich in einzelnen Exemplaren erscheinen.

Einmal erschienen behalten sie ihre Merkmale bei und übertragen dieselben auf ihre Nachkommenschaft. Es sind Fälle bekannt in denen eine derartige Varietät schon von Anfang an, eine völlig konstante Rasse lieferte. In anderen viel häufigeren Fällen erhält man aus den Samen der neu aufgetretenen Form einen gewissen Prozentsatz von Sämlingen, die zum Typus zurückgekehrt sind und es ist eine gewisse Isolation und Verhütung der Kreuzung notwendig um eine konstante Rasse zu züchten.

Endlich gelingt es manchmal auch gar nicht eine solche Rasse zu erhalten, da die Sämlinge der Variation alle zum Typus zurückkehren.“

In diesen letzteren Fällen wird man wohl meist mit dem Dominieren der ursprünglichen Form zu tun haben, einem Umstande der KORSHINSKY noch nicht bekannt war. Aber auch er vermutet hier Kreuzung wie aus folgendem Satz hervorgeht: „Doch dient als Hauptfaktor, der über die Konstanz oder Veränderlichkeit der Merkmale, somit auch über das Bestehen und Vergehen der Rasse entscheidet, immer die Art der Bestäubung d. h. ob die Varietät durch ihren eigenen Pollen oder durch denjenigen der typischen Form befruchtet wird. Und grade dieser Umstand bleibt meist unaufgeklärt und wird einfach dem Zufall preis gegeben“.

Eine andere Bemerkung KORSCHINSKYS verdient ebenso in extenso mitgeteilt zu werden:

„Vergleicht man die Zahl der durch Blütenfärbung ausgezeichneten Variationen und Rassen unter den einjährigen Pflanzen, dann unter den mehrjährigen Kräutern und endlich unter den Baumpflanzen, so bemerkt man daß erstere sehr viele Variationen geliefert haben, welche dabei fast alle samenbeständig und daher auch zu besonderen Rassen wurden, daß die zweite Gruppe viel weniger, die dritte endlich sehr wenig Variationen geliefert hat, die dabei fast immer wenig konstant waren.

Diese Erscheinung hängt damit zusammen, daß die einjährigen Pflanzen immer in großen Quantitäten ausgesät werden; man erhält dabei viele Variationen, die man sofort durch Samen zu vermehren beginnt und die man erst dann registriert, beschreibt und in den Handel bringt, wenn sich diese neuen Formen als samenbeständig erwiesen haben. Diejenigen Variationen aber, die nicht fixiert werden, verschwinden spurlos. Die Baumpflanzen werden in unvergleichlich geringerer Zahl gesät, weshalb sie auch weniger Variationen ergeben. Sind aber solche erschienen, so beginnt man sie auf ungeschlechtlichem Wege zu vermehren und bringt sie in den Handel ohne sich um die Vermehrung durch Samen zu bekümmern. Somit hängt der erwähnte Unterschied nicht von der Natur der Pflanze, sondern von der Kulturweise ab. Die mehrjährigen Kräuter nehmen in beiderlei Hinsicht eine Mittelstellung zwischen den einjährigen und den Bäumen ein.

Alle Farben treten bei weitem nicht gleich häufig auf. Die gewöhnlichste Variation ist die weiße. Von fast allen Kulturformen sind weiße Blumen bekannt. Auch in der Natur findet man mehr weiße als anders gefärbte Abweichungen.

Viel seltener sind diejenigen Fälle, wobei weißblühende Arten anders gefärbten Varietäten das Dasein geben.

Ein charakteristisches Beispiel davon liefert *Begonia semperflorens* Link und Otto. Diese allgemein kultivierte weißblütige Pflanze ist sehr konstant und hatte seit langer Zeit keine Varietäten gebildet. Zwischen 1875 und 1880 fand aber der Gärtner Roussel bei Tours in einer Aussart der typischen Form ein Exemplar mit schön rosenroten Blumen. Diese var. *rosea* war sofort samenbeständig und ist dies bis heute geblieben ohne je zum Typus zurückzukehren, trotzdem sie in Millionen von Exemplaren kultiviert wird.

In einer Aussaat dieser rosenroten Varietät entstand 10 Jahre später eine neue Sprungvariante mit dunkelroten Blüten und teilweise dunkelroten Blättern, welche ebenfalls samenbeständig ist. Es ist die *Begonia* Vernon oder *Begonia semperflorens atropurpurea*.

Den seltenen Fall einer Veränderung von weißen in gelbe Blüten zeigt uns *Chrysanthemum frutescens* L. Bei dieser Art und bei allen nahe verwandten Arten sind die Zungenblüten weiß. Im Jahre 1842 aber fand GOUTANT auf der Insel Paquerolles (Dep. du Var) in einer Aussaat der typischen Form eine Varietät mit gelben Zungenblüten. Sie erwies sich als samenbeständig.

Schon A. DE CANDOLLE bemerkte zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, daß im Pflanzenreich die Farben der Blüten zwei Gruppen angehören, der sogenannten xanthischen und der sogenannten cyanischen Reihe.

Die xanthische umfaßt alle Nuancen von weiß bis gelb, orange und rot; die cyanische ebenfalls von weiß bis rot, aber nicht via gelb und orange, sondern über himmelblau, blau und violett.

Wir wissen nun, daß die xanthische Reihe ihre Farbe den Chromatophoren, die cyanische die ihrige dem gefärbten Zellsaft verdankt.

Dieser Unterschied ist bei weitem nicht genügend beachtet worden und hier liegt noch ein großes Untersuchungsgebiet so ziemlich brach.

Mit großem Scharfsinn weist KORSCHINSKY, obgleich ihm die Chromatophoren- und Zellsaftfrage unbekannt zu sein scheint, schon auf diesen Unterschied hin und zeigt, daß die Sprungvariation in der Regel nur innerhalb der betreffenden Reihe vorkommen kann, d. h. daß eine Pflanze, welche ihre Farbe Chromatophoren verdankt, nur durch Veränderungen dieser Chromatophoren und eine, welche von Zellsaft gefärbt ist, nur durch Veränderung der Farbe dieses Zellsaftes variiert. Darin liegt z. B. der Grund, weshalb es nicht gelingt von Dahlia- oder Mimulusarten blaublühende Formen zu erhalten.

Dennoch kommen Ausnahmen vor; so gibt es Georginen (*Dahlia*) mit violetten Blumen. Unter den Sämlingen dieser Form befand sich aber eine Varietät mit gelben Blüten.

Dieser Fall kann wahrscheinlich durch die Annahme erklärt werden, daß die violette Farbe der Blume das Resultat einer Kombination von gelben Chromatophoren und gefärbtem Zellsaft war, und daß eine Spaltung dieser beiden Merkmale in den nächsten Generationen stattfand.

DE VRIES gibt verschiedene komplizierte Beispiele dieser Art.

Einen einfachen Fall lernte ich vor ein paar Jahren in Kew kennen. Man hatte dort zwei Arten von *Kalanchoe* gekreuzt. Die Mutter hatte steinrote, der Vater weiße Blumen und der Bastard rein violette. Sir WM. THISELTON DYER machte mich auf diesen Fall aufmerksam und es zeigte sich nun, daß die steinrote Farbe der Mutter durch eine Kombination von gelben Chromatophoren und violetter Zellsaft verursacht wurde. Die Farbe der Chromatophoren war offenbar rezessiv, die des Zellsaftes dominierend und demzufolge hatte F_1 rein violette Blüten. Da F_1 bis jetzt steril ist, ist F_2 noch unbekannt.

Von vielen Pflanzen kennen wir sogenannte gefüllte Blumen, d. h. Blumen, deren Androeum und Gynaeum in eine Anzahl von Blumenblättern verwandelt sind. Solche Formen können plötzlich in vollkommenem Zustand entstehen; sind sie vollständig verdoppelt, so sind sie selbstverständlich steril, aber gewöhnlich findet man wohl einzelne Blüten mit ein paar Staubfäden und Fruchtknoten, und diese vererben dann die Abweichung. Sogar wenn man nur eins von beiden, Fruchtknoten oder Staubfäden, findet, kann Vererbung stattfinden. So erhielt LEMOINE einen stark gefüllten Flieder als Sprungvariante, und fand trotz aufmerksamen Suchens nur einzelne Blüten mit Fruchtknoten. Staubfäden ließen sich nicht auffinden. Er bestäubte deswegen diese Blüten mit Pollen des gewöhnlichen Flieders und erhielt dennoch einen großen Prozentsatz gefüllter Exemplare.

Die gefüllten Petunien kultiviert man weiter durch Befruchtung der nicht gefüllten Blüten mittels des Pollens, aus den Antheren, welche bei einer geringen Zahl gefüllter Blüten angetroffen werden. So erhält man noch bei 50—60 Proz. der Nachkommen gefüllte Blüten. Das Gefülltsein ist demnach erblich.

In bei weitem den meisten Fällen aber tritt das Gefülltsein nicht in voller Ausbildung auf; gewöhnlich fängt die Veränderung mit partieller Füllung an; diese Fälle werden wir später besprechen.

Es existiert noch eine andere „Füllung“, welche auf ein ganz anderes Prinzip zurückzuführen ist. Wir unterscheiden bei der Familie der Kompositen drei Gruppen: die der Liguliflorae, deren Blütenköpfchen nur Zungenblüten enthalten; die der Cynaroideae, wo nur Röhrenblüten vorkommen und die der Corymbiferae mit Röhren und Zungenblüten.

Bei den Corymbiferen nun tritt Füllung dadurch auf, daß die Röhrenblüten sich zu Zungenblüten umbilden — der häufigere Fall — oder dadurch, daß Zungenblüten sich zu Röhrenblüten umbilden, ein viel seltenerer Fall.

In allen diesen Fällen handelt es sich um Heterogenese. Von vielen Formen ist die Entstehung nicht bekannt, von anderen wohl; so entstand z. B. eine schön gefüllte Form der Komposite: *Sanvitalia procumbens* im Jahre 1864 bei Haage & Schmidt in Erfurt in einer Aussaat der gewöhnlichen Form; sie ist samenbeständig.

Es kommt noch eine andere Füllung, eine richtige Verdoppelung bei Pflanzen vor und zwar bei der Gruppe der Sympetalen, d. h. bei Pflanzen mit verwachsenblättriger Blumenkrone.

Dort verwandelt sich bisweilen der Kelch in eine Krone und erhalten wir also zwei Blumenkronen. Solche Formen sind z. B. bei *Primula elatior*, *Mimulus luteus*, *Campanula medium*, *Gloxinia speciosa* etc. bekannt.

Die Entstehung solcher Formen ist nicht mit Sicherheit bekannt, aber höchst wahrscheinlich handelt es sich auch hier um Sprungvariationen. Bei Selbstbestäubung sind sie konstant.

Bei vielen Pflanzen gibt es sogenannte Pelorien d. h. Rückschläge der bilateral symmetrischen zur radiärsymmetrischen Form der Blumenkrone.

So kennen wir z. B. Pelorien von *Linaria vulgaris*, welche statt eines Spornes deren fünf besitzen. Zum ersten Male wurde eine solche Form 1742 bei Upsala vom Studenten Zioberg gefunden. Später wurde sie wiederholt in Europa, auch in den Niederlanden, angetroffen. Bisweilen sind nur eine oder einige wenige Blumen einer Pflanze pelorisch, bisweilen befinden sie sich sämtlich in diesem Zustande. Wir kommen auf diese Erscheinung, welche von DE VRIES sehr genau untersucht wurde, zurück.

KORSCHINSKY bemerkt, daß eine konstante Rasse wahrscheinlich nur dadurch bei diesen *Linaria*-Pelorien nicht entstanden ist, weil niemand sich für diese Form interessierte, eine Vermutung, welche durch DE VRIES' Erzeugung dieser Rasse bestätigt wird.

Außer der gewöhnlichen gespornten Pelorie von *Linaria vulgaris* existiert von dieser Pflanze noch eine Abweichung mit regelmäßigen ungespornten Blumen, welche stark an die des südamerikanischen Strauches, *Fabania imbricata*, erinnern. Sie wurde 1857 bei Fillé-Guécelard (Sarthe) gefunden und von dort nach dem Jardin du Musée geschickt. Sie wurde dort jahrelang vegetativ kultiviert, war aber unfruchtbar.

Die Pelorien sind öfters steril, auch wenn sie Staubfäden und Fruchtknoten besitzen. Eine Ausnahme in dieser Hinsicht bilden die Gloxinien, bei welchen eine pelorische Form die Stammutter einer vielfach kultivierten Rasse wurde.

Gloxinia (*Sinningia*) *speciosa* var. *Fyfiana* unterscheidet sich vom Typus in erster Linie durch vollkommen aufrechte Blüten statt hängender, zweitens durch regelmäßige statt zygomorphen Krone, und drittens durch den Besitz von fünf gleichen und regelmäßigen Staubfäden, während beim Typus nur vier, kreuzweise mit den Antheren verklebte Staubfäden vorkommen.

Dergleichen Merkmale fehlen in der ganzen Familie. Sie weicht denn auch so sehr ab, daß CH. LEMAIRE sie als ein neues Genus, als *Orthante Fyfiana*, beschrieb. Diese merkwürdige Pflanze entstand etwa 1840 beim Gärtner John Fyfe in England und zwar in einem Exemplare in einer Aussaat gewöhnlicher Gloxinien. Die Aussaat bestand wahrscheinlich aus verschiedenen Hybriden zwischen *Gl. caulescens* und *Gl. speciosa*, aber bei keiner von beiden werden die fraglichen Merkmale angetroffen: beide besitzen vier Staubfäden, sind zygomorph und die Blüten nicken.

Die neue Form war samenbeständig und heute wird sie viel mehr kultiviert als die Gloxinien mit nickenden Blumen.

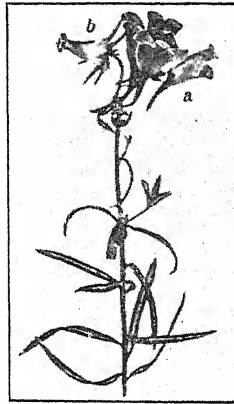


Fig. 70. *Linaria vulgaris hemipeloria* (nach DE VRIES). *a* normale, *b* pelorische Blüte.

KORSCHINSKY schrieb in seiner ursprünglichen Arbeit noch, daß der umgekehrte Fall, die Entstehung einer zygomorphen aus einer regelmässigen, nie beobachtet wurde. Das war damals in der Tat so; 1899 beschreibt aber HILDEBRAND die Entstehung einer zygomorphen Fuchsiablüte.

Es entstand nämlich an einer gesteckten *Fuchsia coccinea* nicht, wie normal sein würde, eine hängende aktinomorphen Blüte, sondern eine stark zygomorphe schief nach oben gerichtete Blume. Über die Erblichkeit dieser Sprungvariante ist aber leider nichts bekannt.

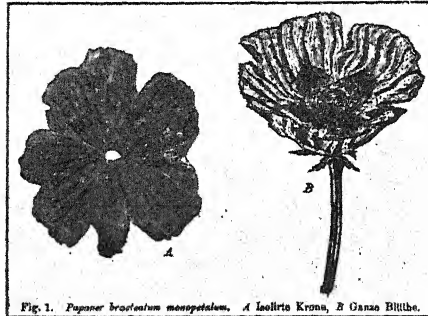


Fig. 71. *Papaver bracteatum monopetalum*. A Isolirte Krone, B Ganze Blüte.

Fig. 71. *Papaver bracteatum monopetalum*. (Nach DE VRIES.)

die Entstehung choripetalen Blumen aus sympetalen ist häufig; über ihre Erblichkeit ist aber nichts bekannt.



Fig. 72.

Variationen in der Blühzeit.

Gewisse Pflanzen besitzen das Vermögen, in sehr jungem Alter zu blühen. Der stärkste mir bekannte Fall ist der vor kurzem von COSTERUS in *Receuil des Travaux botaniques néerlandais* beschriebene.

Melia arguta DC. ist ein Baum der Molukken. In einer Aussaat dieser Bäume in Buitenzorg fand J. J. SMITH eine Anzahl von Exemplaren, welche bereits als Keimpflanzen, nach der Bildung des ersten wirklichen Laubblattes anfangen zu blühen (Fig. 72.) Da die Pflänzchen den Alkoholtod starben, ist über die Erblichkeit dieser Erscheinung nichts bekannt. Wohl aber bei einem analogen Falle.

Es existiert eine Varietät der gewöhnlichen Walnuß (*Juglans regia*), welche unter dem Namen *J. fertilis* oder *J. praeparturiens* bekannt ist und welche gewöhnlich im dritten Lebensjahre, ja öfters bereits im zweiten blüht. Die Früchte sind klein, aber von guter Qualität. Diese Eigenschaft wird bei Aussaat in hohem Maße vererbt.

Andere Bäume weichen dadurch ab, daß sie eine förmliche Manie zum Blühen entwickeln: statt wie ihre Verwandten periodisch zu blühen, entwickeln sie in einem fort neue Blumen. Man deutet sie mit dem Namen *var. semperflorens* an. *Robinia*

Choripetale Pflanzen, d. h. solche mit freiblättriger Blumenkrone haben bisweilen verwachsenblättrige Kronen gebildet, wie sie sonst bei den Sympetalen vorkommen. Am bekanntesten ist die Abweichung von *Papaver bracteatum*; diese entstand 1860 plötzlich bei VILMORIN zu Verrières bei Paris und erhielt den Namen *Papaver bracteatum monopetalum* (Fig. 71).

Sie ist, wie DECAISNE zeigte, wenigstens zum Teil erblich. Der umgekehrte Fall, sympetalen ist häufig; über

pseudacacia var. *semperflorens* wurde 1862 von DUROUSSET in Genouilly (Saône et Loire) in einem einzigen Exemplare unter Tausenden von Sämlingen der gewöhnlichen *Robinia* gefunden. Im Anfang unterschied die Pflanze sich in keiner Hinsicht von der gewöhnlichen Art und wurde mit den anderen im Alter von zwei Jahren an einem Wegeande ausgepflanzt.

Zwei Jahre später, im vierten Lebensjahre also, fing sie an zu blühen und fiel sofort durch ihren Reichtum an Blüten und durch das fortwährende Weiterblühen auf. Sie wurde 1875 in den Handel gebracht.

Es ist mir nicht bekannt, ob sie erblich ist, ich besitze aber jetzt diese Form, sowie die *Crataegus monogyna* var. *semperflorens*, und hoffe diesen Punkt mit der Zeit feststellen zu können.

Von *Cytisus nigricans* ist eine eigentümliche Form unter dem Namen var. *Carlieri* bekannt; die Trauben bilden nach dem Blühen an ihrer Spitze wieder Laubzweige, welche sofort wieder Blumen bilden, so daß auch hier *Semperflores* auftritt. Sie ist samenbeständig.

Viele unserer bekanntesten Früchte sind gewiß als Sprungvarianten entstanden. Von den meisten ist aber die Geschichte nicht bekannt.

Im Jahre 1869 entstand bei CARRIÈRE in einer Aussaat von *Cydonia japonica* eine interessante Varietät mit zitronenartigen Früchten: die *Cydonia citripomma*.

Eine Pflaume ohne Steinkern entstand plötzlich in Frankreich; durch Kreuzung mit dieser Form gelang es BURBANK in Kalifornien seine steinlosen Pflaumen zu gewinnen. Pflaumen, welche man also quer durchbeißen kann.

Juglans regia *Bartheriana* wurde von BARTHÈRE in einem Dorfe bei Toulouse zwischen gewöhnlichen Nußbäumen gefunden; sie bildet riesige, elliptische Nüsse von 6—7 cm Länge bei 3 cm Querschnitt mit dünner Schale und schmackhaftem Kern. Sie ist vollkommen samenbeständig.

Diese Beispiele reichen wohl aus um darzutun, daß Sprungvariation eine bedeutende Rolle bei der Entstehung unserer Früchte gespielt hat.

Sehen wir jetzt einmal, was wir von diesen Erscheinungen lernen können. Ich werde dabei die eigenen Worte desjenigen gebrauchen, der unsere Aufmerksamkeit auf diese Erscheinungen hinlenkte und dieselben zum Aufstellen seiner Evolutionstheorie verwendete, n. die Worte des zu früh verstorbenen Prof. KORSHINSKY.

Er sagt:

„Das Wesen der Heterogenesis. Das typische Bild der Heterogenesis besteht darin, daß aus dem Samen, die von normalen Exemplaren irgend einer Art erhalten wurden, unter vielen (Hundert und Tausenden) Sämlingen irgend ein Individuum erscheint, welches sich in diesem oder jenem Merkmal, manchmal aber in einer ganzen Reihe solcher Merkmale, von allen anderen Individuen stark unterscheidet.

Nachdem es angewachsen ist, erzeugt es eine Nachkommenschaft, welche seine Eigentümlichkeiten ganz oder teilweise erbt und gibt somit einer heterogenetischen Rasse den Ursprung.

Die Eigentümlichkeiten der heterogenetischen Merkmale.

Um die heterogenetischen Variationen nicht mit individuellen und anderen bei den Organismen vorkommenden Veränderungen zu ver-

wechseln, muß man folgendes beachten: die heterogenetischen Merkmale stellen immer mehr oder wenige bedeutende Abweichungen dar, während die individuellen sich durch geringfügige und wenig auffallende Differenzen auszeichnen. Freilich kann diese Definition nicht als genau gelten, denn der Begriff der größeren und kleineren Merkmale ist ein sehr relativer.

Aber auch ein anderer wesentlicher Zug kann angegeben werden — — —. In wenigen Worten kann dieser Unterschied folgendermaßen formuliert werden: „Alle individuellen Variationen bleiben innerhalb der Grenzen des Typus, die heterogenetischen dagegen treten aus diesen Grenzen heraus und bilden eine Durchbrechung des Typus.“

Die Seltenheit der Erscheinung. Wenn auch im allgemeinen ziemlich viele Fälle von Heterogenese bekannt sind, so bildet sie doch für jede einzelne Art eine äußerst seltene Erscheinung. Viele Pflanzen, die in großen Mengen gepflanzt und immer durch Samen reproduziert werden, liefern im Laufe von Jahrzehnten keine Variationen.

So wurde *Erythrina crista galli* 1771 in die Kultur eingeführt; die erste Varietät wurde aber von ihr erst 1844 erhalten.

Begonia semperflorens, welche 1827 in Kultur genommen wurde, lieferte erst zwischen 1875 und 1880, also fast 50 Jahre später, die durch rosenrote Blüten charakterisierte Sprungvariante. Zehn Jahre später erschien eine Form mit dunkelroten Blumen und ungefähr zu gleicher Zeit eine Zwergform.

Füllung von Blüten wird als eine der gewöhnlichsten Erscheinungen betrachtet. Dennoch wurden Petunien bereits 1820 kultiviert und trat erst 1853 eine gefüllte Form auf.

Cyclamen persicum ist seit 1731 in Kultur. Gefüllte Blumen entstehen erst 1850 in Gent und 1875 in Warschau.

Ipomoea purpurea ist seit dem 17. Jahrhundert in Kultur; erst 1845 und später noch einmal 1895 erhielt man in Paris gefüllte Blüten.

Es bleibt nach KORSHINSKY noch die Frage zu beantworten, ob Sprungvariationen immer in der Einzahl auftreten. Er antwortet darauf:

„In allen Fällen in denen uns genaue und zuverlässige Beobachtungen vorliegen, ist immer von einem einzigen, von allen übrigen abweichenden Individuum die Rede. Dies ist eine so allgemeine Regel, daß die Zahl der Individuen gewöhnlich auch gar nicht erwähnt wird, sondern in allen Fällen wo von einer neuen Varietät berichtet wird, immer als selbstverständlich vorausgesetzt wird, dieselbe sei in einem Exemplar erhalten worden, welches auch die Bezeichnung Original-exemplar für immer behält.“

Über die Bedingungen für Heterogenese bemerkt KORSHINSKY, daß man nur sagen könne, daß die Entstehung von Sprungvarianten nicht von äußeren Bedingungen abhängt. Äußere Faktoren müßten ihren Einfluß auf alle oder wenigstens auf die meisten Individuen ausüben, während es unter Tausenden, unter denselben Bedingungen wachsenden Individuen, nur eine Sprungvariante gibt.

Sprungvariation beruht demnach auf inneren Vorgängen, auf irgend einer Veränderung der Eizelle von deren Natur wir uns aber noch keine Vorstellung machen können.

Sind äußere Bedingungen also nicht als die unmittelbare Ursache zu betrachten, so können sie dennoch eine Rolle als prädisponierendes

Element spielen. Darüber sind alle Züchter einig: als günstige Momente betrachten sie:

1. Veränderung der Existenzbedingungen.
2. Kulturbedingungen.
3. Aussaat in größtmöglicher Zahl.

Zumal der zweite Punkt wird als wichtig betrachtet, die Züchter nehmen an, daß überreiche Ernährung während einiger Generationen ein Übermaß an Lebensenergie verursache, welche sich in Sprungvariationen äußere. Auch KORSHINSKY legt darauf großen Wert; Hauptsache bleibt aber nach ihm die Aussaat in großem Maßstabe d. h. also dem Zufall eine möglichst große Chance zu bieten, und dies zeigt besser als irgendwelche Betrachtung die Ohnmacht des Züchters willkürlich Sprungvariation zu verursachen.

Zusammenfassend sagt KORSHINSKY:

„Die Vererbung und die Variabilität kann man sich immer — — als zwei im Organismus verborgene Kräfte, als zwei antagonistische Tendenzen vorstellen. Unter den normalen Bedingungen d. h. in gefestigten, nicht zerrütteten Rassen herrscht unbedingt die Vererbung vor, die die Identität der aufeinander folgenden Generationen bedingt.

Was aber die Tendenz zum Variieren (er meint Sprungvariationen) anbetrifft, so äußert sie sich nicht stetig. Sie muß während vielen Generationen so zu sagen die nötige Energie sammeln, um endlich die Kraft der Vererbung zu überwinden und einer heterogenetischen Rasse den Ursprung zu geben.

Es fragt sich nun, welche Faktoren einer solchen Anhäufung der Variationsenergie Vorschub leisten. Von allen äußeren Faktoren begünstigt nur einer die Äußerung der Variabilität nämlich die gute Ernährung und ein blühender Zustand des Organismus überhaupt.“

KORSHINSKY hält es für wahrscheinlich, daß wir mit einer Veränderung der Geschlechtszellen zu tun haben, welche in der Samenknope vor oder nach der Befruchtung auftritt. Er neigt zu letzterer Auffassung, da sonst die Natur der Sprungvariation auf die Hälfte reduziert werden müßte, da sie nur von normalen Pollen befruchtet werden kann. Die Erscheinung der Dominanz war ihm aber nicht bekannt.

Was aber, sagt er, die Ursache dieser Veränderung ist, und weshalb sie, während sie auf eine Samenanlage einwirkt, ihren Einfluß nicht auf andere, in demselben Fruchtknoten vorhandene Samenanlagen erstreckt, das bleibt völlig unbegreiflich, wie noch manches andere in dieser geheimnisvollen Erscheinung.

Diese Schwierigkeit würde in der Tat beseitigt sein, wenn man KORSHINSKYS Suggestion akzeptierte, und als Zeitpunkt der Veränderung irgend einen Moment nach der Befruchtung annähme. Eine Sprungvariation würde dann eine seltene Kombination zweier extremer Gameten sein; dies würde sicher besser erklären, weshalb auf einer Pflanze alle Samen, mit Ausnahme eines einzigen, normale Pflanzen liefern, als die Annahme, daß die Sprungvariation bereits in der Eizelle vor der Befruchtung stattfindet.

Die Richtung der Variabilität. Außer in den bereits genannten Hinsichten kann Sprungvariation sich äußern in einem größeren oder kleineren Widerstandsvermögen gegen Kälte oder Dürre in früherer oder späterer Blühzeit, in reicherer oder ärmerer Blütenbildung, in

dem Auftreten größerer oder kleinerer wohlriechender oder geruchloser Blumen, anders gefärbter Stengel etc.; m. a. W. Sprungvariation kann in jeder Richtung stattfinden.

Betrachtet man, sagt KORSHINSKY, diese Abweichungen vom Standpunkt der wahrscheinlichen Abstammung der betreffenden Art, so kann man die einen Variationen für regressiv d. h. für Äußerungen des Atavismus halten, die anderen dagegen für progressive und wieder andere können vom Standpunkt der Evolution als indifferent betrachtet werden.

Nach ihm sind bei weitem die meisten regressiv. Beim Beweisen dieser Stellung ist er aber, meines Erachtens, nicht immer glücklich.

So sagt er z. B. „In bezug auf die Blätter kann folgendes bemerkt werden: Aus fiederigen oder dreizähligen Blättern wurden nicht selten auf heterogenetischem Wege einfache erhalten, was selbstverständlich als Äußerung des Atavismus zu betrachten ist, denn die einfachen Blätter sind als die ursprüngliche und ältere Form aufzufassen.“

So einfach liegt die Sache denn doch wohl nicht; bei der Beurteilung von Atavismen darf man nicht ohne weiteres die einfachste Struktur als die phylogenetisch älteste auffassen; sondern man muß fragen, was in dem betreffenden Genus, resp. Familie für normal gehalten werden müsse.

Ein hübsches Beispiel, daß Vorsicht in dieser Hinsicht geboten ist, liefert die bereits besprochene Kewer Kalanchoehybride. Die beiden Eltern dieser Hybride hatten einfache Blätter, die der Hybride waren aber gefiedert, was hier ohne Zweifel ein Fall von Atavismus ist, obgleich die gefiederte Struktur komplizierter ist wie die einfache.

Pelorien betrachtet KORSHINSKY als Atavismen; ich kann dieser Meinung nicht beistimmen; wo in einer ganzen Pflanzenfamilie keine regelmäßige Blumenkrone angetroffen wird, scheint es mir wenigstens unvorsichtig, von Atavismus zu reden. Es kommen bisweilen bei Menschen Hautstellen vor, welche dermaßen dicht und kurz behaart sind, daß sie einem Mäusefell ähnlich; das wird man doch wohl keinen Atavismus auf mausähnliche Ahnen nennen wollen? Über die Eigenschaften der Sprungvariationen sagt KORSHINSKY folgendes:

1. daß die Fruchtbarkeit der Sprungvarianten in der Regel gering ist, und zwar desto geringer, je stärker die Abweichung vom Typus. Er drückt dies dadurch aus, daß er das Sexualsystem der Sprungvariante zerrüttet nennt. Dabei weist er auf die Analogie mit Hybriden hin, wo ebenfalls die Fruchtbarkeit stark leidet und zwar um so stärker, je weniger verwandt sie sind¹⁾. In beiden Fällen leidet das Pollen am meisten.

Wenn es sich herausstellt, daß dies allgemein der Fall ist, wird man sagen können, daß jede Durchbrechung der Vererbung, jede Zerrüttung der Konstitution der Art, mag sie als eine Folge der Kreuzung oder der Heterogenese erscheinen, immer eine Affizierung des Sexualsystems mit sich bringt. KORSHINSKY bemerkt aber, daß nach und nach die verminderte Fruchtbarkeit der abweichenden Formen verschwindet und die Pflanze wieder normal fruchtbar wird.

1) Auch dies spricht für die Auffassung, daß die Sprungvarianten seltene Kombinationen extremer Gameten seien.

In dieser Hinsicht sind neuere Versuche von v. WETTSTEIN interessant. Bei Kreuzungsversuchen mit *Sempervivum*-arten stellte es sich heraus, daß die erhaltenen Hybriden zuerst stark in ihrer Fruchtbarkeit gelitten hatten, sich im Verlauf einiger weniger Generationen aber vollständig erholten;

2. weist KORSHINSKY darauf hin, daß Sprungvarianten im Vergleich mit dem Typus gewöhnlich schwach sind; dies äußert sich bei holzigen Pflanzen z. B. durch langsames Wachstum und große Empfindlichkeit für Frost.

Resümierend haben wir also gesehen, daß sowohl im Tier- wie im Pflanzenreiche erbliche Sprungvarianten vorkommen und können wir also schließen, daß eine Evolutionstheorie vom wohl bewiesenen, plötzlichem Auftreten, mehr oder weniger konstanter und vererbbarer Abweichungen Gebrauch machen darf.

Wir haben die Klasse der spontanen Abweichungen eingeteilt in die Gruppe der Sprungvariationen, bei welchen die Abweichung groß genug ist um sogar dem Laien aufzufallen, und in die der Mutanten, bei welchen die Abweichung von einem Laien nicht wahrgenommen werden kann.

Wir betonen bereits, daß diese Gruppen nicht scharf voneinander getrennt sind und ich möchte Sie jetzt mit einer Zwischengruppe bekannt machen d. h. mit einer Art von Abweichungen, bei welchen auch weniger Geschulte wohl merken, daß sie einigermaßen abnormal sind, aber bei welchen dennoch die abweichende Form nicht sofort in vollkommener Ausbildung auftritt. Solche Fälle sind zahlreich.

Betrachten wir zunächst das Tierreich und beschäftigen wir uns dort mit einer von DARWIN eingehend studierten Gruppe, mit den verschiedenen Taubenrassen.

Die Zahl der beschriebenen erblichen Taubenrassen ist sehr groß. DARWIN sagt, daß BOITARD und CORBIE in ihren „*Les Pigeons de Volière et de Colombier 1824*“ bereits 122 Rassen beschreiben, aber daß er selbst noch verschiedene Rassen kennt, welche ihnen unbekannt blieben.

Über diese Rassen ist leider recht wenig bekannt, nur daß ihre Haupteigenschaften bereits seit Jahrhunderten bestehen, und DARWIN nimmt an, daß sie aus „a sudden variation entstanden seien, conspicuous enough to catch a fancier's eye,“ aber bei weitem nicht so groß wie die jetzige. Wenn diese Meinung richtig ist, haben wir hier mit einem Zwischending zwischen einer Sprungvariante und einem Mutanten zu tun. Ich muß aber ausdrücklich betonen, daß wir über die Entstehungsweise dieser und ähnlicher Formen nichts wissen; die großen Verschiedenheiten und die Konstanz der verschiedenen Formen machen es aber wohl wahrscheinlich, daß wir mit spontanen Abweichungen zu tun haben. Gestatten Sie mir, Ihnen zunächst die wahrscheinliche Stammutter aller Taubenrassen vorzustellen.

Die wilde *Columba livia*, die Felsentaube, wird von den Küsten Norwegens, über die Faröer hinweg bis an die Küsten des Mittelmeeres, bis auf Madeira und die Kanarischen Inseln, bis an die Küsten Abessinians, sogar in Indien und Japan angetroffen. Es sind gesellig lebende Vögel, welche nicht auf Bäumen sitzen, dort auch nicht nisten, sondern auf Felsen leben und zwei Eier legen.

Die Farbe ist schieferblau, die Flügel besitzen zwei breite schwarze Streifen, der Kropf ist bei der europäischen Felsentaube meistens weiß, bei der indischen blau; der Schwanz hat dicht bei der Spitze ein schwarzes Querband, und die äußeren Schwanzfedern haben weiße Ränder mit Ausnahme der Spitze.

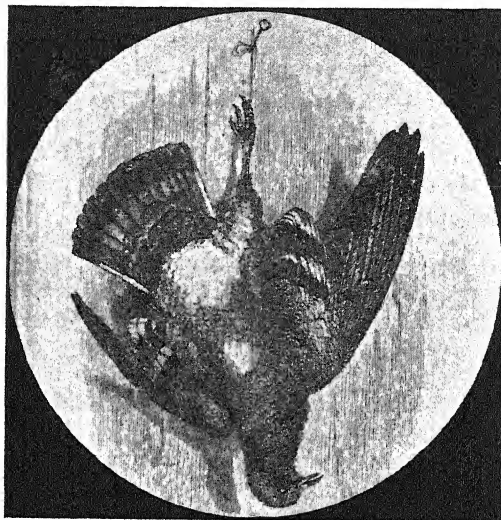


Fig. 73. *Columbia livia*, die wilde Felsentaube (nach CH. DARWIN).

Das wichtigste Merkmal sind die beiden schwarzen Querstreifen auf den Flügeln, welche bei keiner der 288 wilden Taubenarten vorkommen, mit Ausnahme der beiden sehr nahe verwandten *C. leuconota* und *C. rupestris*.

Dieser Umstand gibt uns den besten Hinweis auf die Abstammung der Taubenrassen; denn wenn bei einer der vielen Rassen von zahmen Tauben zufälligerweise eine blaue Form entsteht, zeigt sie immer diese Querstreifen; wir haben also in diesen Fällen offenbar mit Atavismus zu tun.

DARWIN selber konnte einen solchen Rückschlag bei Kröpfen, Pfauentauben, Purzlern, Jacobinen-Tauben, polnischen Tauben, Botentauben, Schwantäubchen usw. wahrnehmen.

Auch bei Kreuzung verschiedener Rassen, welche keine Spur dieser Querstreifen zeigten, treten sie öfters als Rückschlag auf.

Ich erwähne hier bloß einen von DARWINS Versuchen in dieser Richtung.

Er kreuzte schwarze polnische Tauben (Barbs) reiner Rasse, mit gleichfalls rassenreinen schneeweißen Pfauentauben. Auch kreuzte er schwarze polnische Tauben mit rotgespickelten Tauben, einer ebenfalls konstanten Rasse. Die Hybriden (F_1) zeigten in beiden Fällen keine Spur von blauer Farbe, schwarzen Querstreifen oder weißem Kropf. Er ging aber weiter und kreuzte eine weibliche Hybride zwischen polnischer Taube und Pfauentaube mit einem Männchen des Bastards zwischen polnischer Taube und gespickelter Taube.

Das Resultat war eine Taube, mit genau derselben blauen Nuance wie der der wilden Felsentaube der Shetlandsinseln auf Rücken und Flügeln. Sie besaß genau so stark ausgeprägte, doppelte schwarze Streifen auf den Flügeln; der Schwanz war dem der wilden Taube völlig gleich und die Kehle war weiß; mit einem Worte eine vollkommen wilde Felsentaube, welche nur darin abwich, daß der Kopf etwas heller blau war, und einen offenbar von dem getüpfelten Großvater herrührenden Zug ins Rötliche besaß, während auch der Bauch etwas heller blau war.

Zur Beobachtung derartiger Fälle ist es nötig, die Tiere zur Kreuzung zu zwingen, denn es ist ein eigentümlicher, für Evolutions-

theorien nicht unwichtiger Umstand, daß diese Taubenrassen eine Heirat fürs Leben schließen, eine Heirat, in welcher Treubruch zu den Seltenheiten gehört, sogar wenn verschiedene Rassen auf demselben Taubenschlag gehalten werden. In seiner ganzen Brütereier erhielt DARWIN nie spontan eine Hybride.

Beachtet man nun weiter, daß alle zahmen Taubenrassen recht ungerne auf Baumzweigen sitzen, nie dort nisten, alle zwei Eier legen, alle dieselbe Nahrung bevorzugen, alle leidenschaftlich gerne Salz fressen, und mit nur zwei Ausnahmen, Finnikin und Turner, dieselben eigentümlichen Gebärden beim Umwerben des Weibchens machen, und alle mit Ausnahme von Trompetern und Lachtauben den gleichen Laut abgeben, welcher Laut bei der Felsentaube und bei keiner anderen wilden Taube vorkommt, so ist an der gemeinsamen Abstammung unserer Taubenrassen von der Felsentaube wohl kaum zu zweifeln.

Betrachten wir jetzt diese verschiedenen Rassen etwas näher, so fällt uns auf, wie groß die Verschiedenheiten sind, so groß in der Tat, daß DARWIN sagt: „I have looked through the magnificent collection of the Columbidae in the British museum, and, with the exception of a few forms (such as the *Didunculus*, *Calaenas*, *Goura* etc.), I do not hesitate to affirm that some domestic races of the rock-pigeon differ fully as much from each other in external characters as do the most distinct natural genera.“

Erlauben Sie mir Sie mit den Hauptrassen bekannt zu machen.

Der Kröpfer.

Diese Tiere kennzeichnen sich hauptsächlich durch ihren abnorm großen Ösophagus, welcher aufgeblasen werden kann. Körper und Pfoten sind im Vergleich mit denen der Felsentaube lang. Der Schnabel ist von mittlerer Länge, kann aber ganz in dem aufgeblasenen Kropf (der Name ist falsch, sowohl der Kropf wie der Ösophagus wird aufgeblasen) verborgen werden. Kröpfer haben einen auffallend aufrechten Stand und im Zusammenhang damit sind die Rippen breiter und die Rückenwirbel zahlreicher wie bei anderen Rassen.



Fig. 74. **Der Kröpfer** (nach CH. DARWIN).

Kröpfer waren bereits zu ALDROVANDIS Zeiten (*Ornithologie* 1600, Vol. II, p. 360) bekannt. Im Jahre 1735 sagt MOORE, ein echter Liebhaber, daß er einmal einen Kröpfer von 20 inches Länge gesehen habe, trotzdem 17—18 inches als ein sehr gutes Maß betrachtet wurde, und

daß er Pfoten von 7 inches Länge beobachtet habe, trotzdem solche von $6\frac{1}{2}$ — $6\frac{3}{4}$ inches für sehr gut galten.

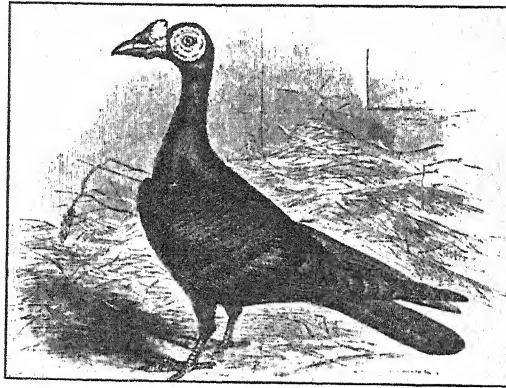


Fig. 75. Die Botentaube (nach CH. DARWIN).

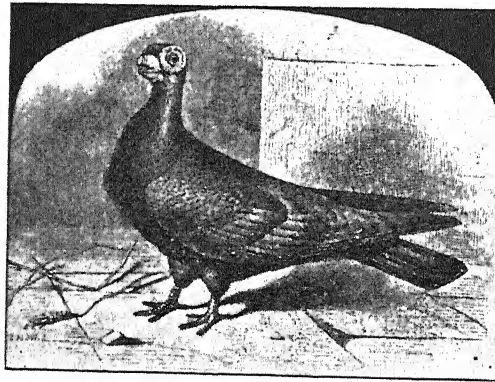


Fig. 76. Die Polnische Taube (nach CH. DARWIN).

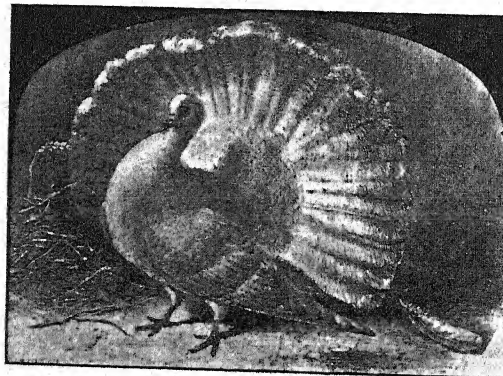


Fig. 77. Die Pfauentaube (nach CH. DARWIN).

1858 ist die Standardlänge der Rasse 18 inches und hatte der beste Züchter keine größere Länge wie 19 inches gesehen, während die Standard-Pfotenlänge 7 inches betrug. Wie man sieht, waren die Maße nach 120 Jahren noch so ziemlich dieselben wie zur Zeit MOORES.

Botentauben.

Hauptmerkmale sind: langer, schmaler, spitzer Schnabel, Augen von nackter, meist runziger, warziger (karunkulater) Hautzone umgeben, und öfters mit einer Hauthypertrophie an der Basis des Schnabels. Es gibt viele Unterrassen. In ALDROVANDIS Werke werden keine echten

Botentauben erwähnt, aber ihre Existenz ist bereits 1677 nachweisbar.

Polnische Tauben.

Diese ähneln in mancherlei Hinsicht den Botentauben, sind aber durch den überaus kurzen Schnabel sofort zu unterscheiden. Sie waren, wie ALDROVANDI zeigt, bereits 1600 bekannt.

Pfauentauben.

Die Tierchen sind gekennzeichnet durch

den ausgebreiteten aufrechten Schwanz, welcher aus einer großen Anzahl von Federn besteht; die Schwanzfettdrüse ist abortiert; Körper und Schnabel sind ziemlich kurz.

Die normale Zahl der großen Schwanzfedern des Genus *Columba* beträgt 12. Bei den Pfautauben gibt es bis 42 Schwanzfedern. DARWIN hat bei einer seiner eigenen Pfautauben deren 33 gezählt. ALDROVANDI erwähnt diese Rasse nicht; sie war aber bereits vor 1600 in Indien bekannt, wo noch jetzt eine Pfautaubenrasse angetroffen wird.

1677 spricht WILLUGHBY bereits von Pfautauben mit 24 und 1735 MOORE schon von solchen mit 36 Schwanzfedern; man sieht also: in den letzten 120 Jahren hat auch hier kein bedeutender Fortschritt stattgefunden.

Möwchen.

Gekennzeichnet durch einige divergierende Federn auf der Mitte der Brust, einen sehr kurzen Schnabel, und einen etwas vergrößerten Ösophagus. Der Kropf wird bei dieser Rasse nie aufgeblasen, wohl der Ösophagus, und dieser nicht fortwährend, sondern intermittierend, so daß das Federsträußchen auf der Brust sich in fortwährender Zitterung befindet.

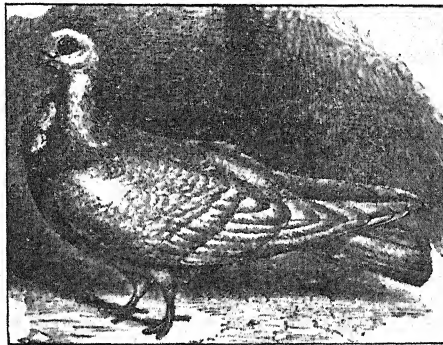


Fig. 78. **Das Möwchen** (nach CH. DARWIN).

Möwchen waren bereits 1677 in ihrer jetzigen Form bekannt.

Purzler.

Diese sind dadurch auffallend, daß sie infolge einer Gehirnanomalie beim Fliegen fortwährend sich überschlagen; der Schnabel ist meistens kurz, bisweilen sogar äußerst kurz und kegelförmig. Es gibt verschiedene Unterrassen, die hier abgebildete ist die sogenannte Shortface-Rasse. Eine höchst eigentümliche Rasse, welche bei Berührung bereits auf dem Boden Purzelbäume schlägt, ist so konstant, daß sie schon in der „Ayeen Akbery“, einem alten indischen Buche, beschrieben ist; über diese Rasse sagt DARWIN:

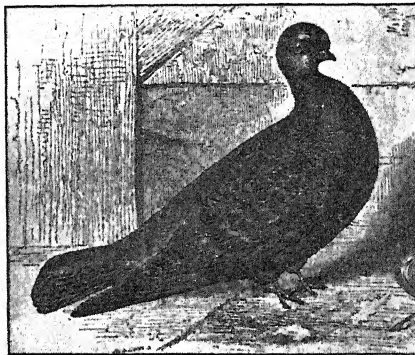


Fig. 79. **Der Purzler** (nach CH. DARWIN).

„These birds when gently shaken and placed on the ground, immediately begin tumbling head over heels, and they continue thus to tumble until taken up and soothed — the ceremony being generally

to blow their faces, as in recovering a person from a state of hypnotism or mesmerism. It is asserted that they will continue to roll over till they die, if not taken up."



Fig. 80. Taubenschädel (nach CH. DARWIN).

Daß die Merkmale dieser Rassen nicht nur äußere, sondern auch innere sind, mag aus dieser Abbildung hervorgehen, welche von oben nach unten die Schädel der wilden *Columba livia*, einer Purzlerunterrasse, Shortface — einer englischen Botentaube und einer Bagadotten-Botentaube — bringt.

Summa Summarum haben wir also gesehen, daß fast sämtliche Taubenrassen bereits vor mehr als 100 Jahren bekannt waren und in ihren Hauptmerkmalen konstant geblieben sind.

Hätte jemand, sagt DARWIN, im Jahre 1600 die Tauben gesehen, welche Akber Khan in Indien oder ALDROVANDI in Europa hielt, er würde das Möwchen noch ohne Bruststräußchen, den Kröpfer mit viel kürzern Beinen und weniger stark entwickeltem Kropf, die Pfaubentaube mit weniger Federn im Schwanz und auch in anderer Hin-

sicht weniger entwickelt, gefunden haben, er würde ausgezeichnete Purzler haben kennen lernen, aber nicht das Kurzgesicht, er würde Botentauben beobachtet haben, aber weniger schöne wie die jetzigen oder, wenn man will, weniger häßliche, das ist Geschmackssache.

Mit anderen Worten: er würde diese Vögel in dieselben Rassen eingeteilt haben wie die jetzigen, aber jede Rasse für sich war nicht so auffallend, wie jetzt.

Wenn wir also annehmen dürfen — und eine andere Erklärung scheint mir fast ausgeschlossen — daß wir hier mit Sprungvariationen zu tun haben, so sind diese in weniger vollendeter Weise aufgetreten als wir sie jetzt kennen; vielleicht ist die jetzige Pfaubentaube aus einer Sprungvariante gezüchtet, welche statt 12 Schwanzfedern deren 13 oder 14 besaß; das Auftreten war also nicht so auffallend wie bei einer geschlitztblätterigen *Castanea* z. B.

Während hier das Auftreten solcher schwer zu beobachtenden Sprungvariationen nur eine Vermutung ist, ist deren Erscheinung bei Pflanzen direkt beobachtet.

Unvollkommene Sprungvariationen bei Pflanzen.

Als erstes Beispiel möge hier erwähnt werden, wie DE VRIES seine *Linaria vulgaris* var. *peloria* züchtete.

Linariapflänzchen mit einzelnen pelorischen Blüten sind in den Niederlanden nicht selten. 1886 sammelte DE VRIES eine Anzahl solcher Pflänzchen in „Het Gooi“ und pflanzte sie in seinem Garten aus. Die Samen dieser Pflanzen wurden 1888 willkürlich ausgesät d. h. sowohl die Samen der pelorischen wie der nicht-pelorischen Blüten. Diese

Pflanzen blühen 1889 und 1890. Im erster Blühjahre wurde unter zahllosen normalen Blumen eine Pelorie gefunden, im nächsten Jahre zwei solcher. Aus den 1889 geernteten Samen entstand die dritte Generation, welche 1891 blühte und unter Tausenden von normalen Blumen wieder eine pelorische lieferte.

Die Samen der pelorischen Blüte wurden nun gesondert geerntet und 1892 in guter Gartenerde im Warmhause ausgesät. Die Keimpflänzchen wurden jedes für sich in einen Topf mit reichlich gedüngter Erde gepflanzt, dieser unter Glas gehalten und erst im Juni im Freien ausgepflanzt.

Der Vorteil lag darin, daß die Pflanzen jetzt statt im zweiten, bereits im ersten Jahre blühen. So wurden im ganzen 20 Pflänzchen erhalten. Ende August wurde eine einzelne pelorische Blüte gesehen, alle anderen Pflänzchen wurden nun vernichtet.

Die Pflanze mit der pelorischen Blüte ließ DE VRIES im nächsten Jahre (1893) vollkommen isoliert blühen; da sie sich inzwischen reichlich verzweigt hatte, lieferte sie 13 cem Samen.

Ein kleiner Teil dieser Samen wurde 1894 ausgesät und lieferte 58 Pflänzchen; von diesen waren 45 dicotyl und 13 trikotyl. Unter den dikotylen gab es 11 Exemplare, welche eine, zwei oder drei pelorische Blumen besaßen. Unter den trikotylen wurden keine solche Pflanzen gefunden (die meisten waren aber bereits Mitte August entfernt), aber unter ihnen fand sich eine Pflanze mit ausschließlich pelorischen Blüten.

DE VRIES nennt nun, zur bequemeren Übersicht, die Pflanzen, unter deren Nachkommen einzelne pelorische Blüten gefunden werden, aber von welchen bei weitem die meisten Pflanzen normale Blüten tragen: *L. vulgaris hemipeloria*, die Pflanzen, welche ausschließlich Pelorien tragen: *L. vulgaris peloria*.

Da nun in der soeben besprochenen Aussaat auf 58 Pflanzen eine vollkommen pelorische sich fand, könnte man vermuten, daß die vollkommen pelorische Form zu etwa 1 Proz. in der Ernte, von welcher diese Samen nur einen kleinen Teil bildeten, anwesend war.

Die übrig gebliebenen 1896 und 1899 ausgesäten Samen lieferten denn auch in der Tat eine solche Ausbeute. 1896 doch wurden unter 1775 Pflanzen 16 vollkommen pelorische angetroffen, 1899 unter 300 Pflanzen deren drei.

Das Unglück wollte aber, daß die vollkommen pelorischen Pflanzen auch fast vollkommen steril sind; deshalb mußten die von den nicht-pelorischen Schwestern hervorgebrachten Samen ausgesät werden. Trotz der kleinen Zahl dieser Samen lieferten sie doch immer eine gewisse Zahl vollkommen pelorischer Pflanzen und zwar 1895 auf 17 Pflanzen zwei vollkommen pelorische und 1897 auf 7 Pflanzen eine vollkommen pelorische.

Auf den vollkommen pelorischen Pflanzen von 1896 entstanden einige wenige Samen; aus diesen konnten nur acht Pflänzchen gezüchtet werden, von denen fünf normal, drei aber vollkommen pelorisch waren.

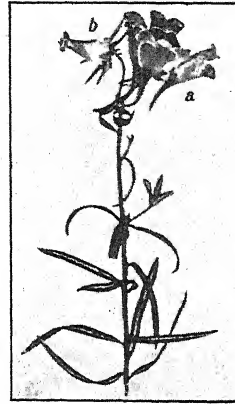


Fig. 81. *Linaria vulgaris hemipeloria* (nach DE VRIES). *a* normale, *b* pelorische Blüte.

Die vollkommen pelorische Pflanze von 1896 wurde dann in den Stand gesetzt zu überwintern und 1897 mit Pollen von anderen pelorischen Pflanzen künstlich bestäubt; dies geschah im Zusammenhang mit den sich öffnenden Blüten jeden zweiten Tag.

So wurden mit großer Mühe 100 Samen erhalten, welche 79 Pflanzen lieferten, die alle mit Ausnahme von vier vollkommen pelorisch waren.

Diese wurden auf einem Beet ausgepflanzt und zum Teil künstlich

bestäubt, zum Teil die Befruchtung den Insekten überlassen; der Einfluß dieser geringeren Sorge war sofort bemerkbar, denn jetzt waren von 32 Nachkommen nur 28 vollkommen pelorisch, der Prozentsatz also geringer als im vorigen Falle.

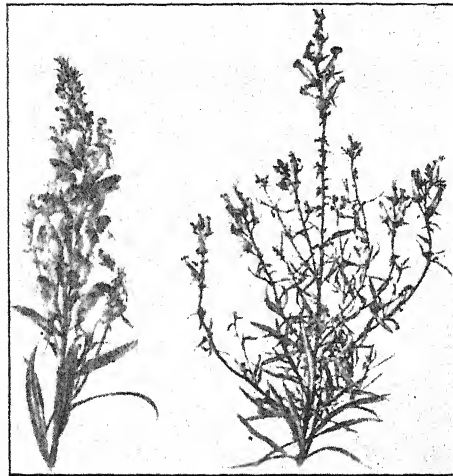


Fig. 82. *Linaria vulgaris* (nach DE VRIES). Links eine normale Pflanze, rechts die *Linaria vulgaris peloria*. Letztere ist eine reichverzweigte Pflanze der zweiten Generation. Aus Samen der ersten Generation von 1897 im Jahre 1898 gekeimt und im August 1900 photographiert. Sämtliche Blüten sind pelorisch.

Bedenkt man nun, daß DARWIN bei *Anthirrium* zeigt, daß bei Kreuzung mit der normalen Form die Pelorie rezessiv ist (in F_2 tritt sie wieder auf), so kann man die Entstehung der wenigen normalen Pflanzen in den beiden letzten Aussaaten wohl auf Rechnung einer solchen Kreuzung stellen, und dürfen wir wohl annehmen, daß die vollkommene Pelorie auch vollkommen erblich werden kann.

Ich halte es nach dieser detaillierten Untersuchung von DE VRIES für überflüssig, weitere Beispiele von Übergängen zwischen Sprungvariationen und Mutanten zu erwähnen.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung jener plötzlichen konstanten Abweichungen über, welche so wenig auffallen, daß zu ihrer Erkennung ein geübter Blick und eine genaue Kenntnis der Art mit welcher man arbeitet nötig ist.

Die erste Kenntnis einer solchen Form verdanken wir SOLMS. In Lindau wurde von Prof. HEEGER auf dem Marktplatz eine Crucifere mit weißen Blüten und Holargidium- oder Camelina-ähnlichen Früchten entdeckt.

Diese Pflanze wurde Grafen H. zu SOLMS-LAUBACH zur Bestimmung gesandt, welcher, weil sämtliche Camelina gelbblütig sind, schließlich auf den Gedanken kam mit einer aberranten *Capsella bursa pastoris* zu tun zu haben. Aussaatversuche ergaben zwar die völlige Konstanz der fraglichen Pflanze, aber erbrachten doch den Beweis für die Zugehörigkeit der *Capsella bursa pastoris*, indem von *Cystopus candidus* befallene Exemplare die normalen *Capsella*-Früchte bildeten. Weitere Merkmale zeigten dann die nahe Verwandtschaft mit *Capsella bursa pastoris*, so daß SOLMS die neue Pflanze mit dem Namen *Capsella Heegeri* belegte.

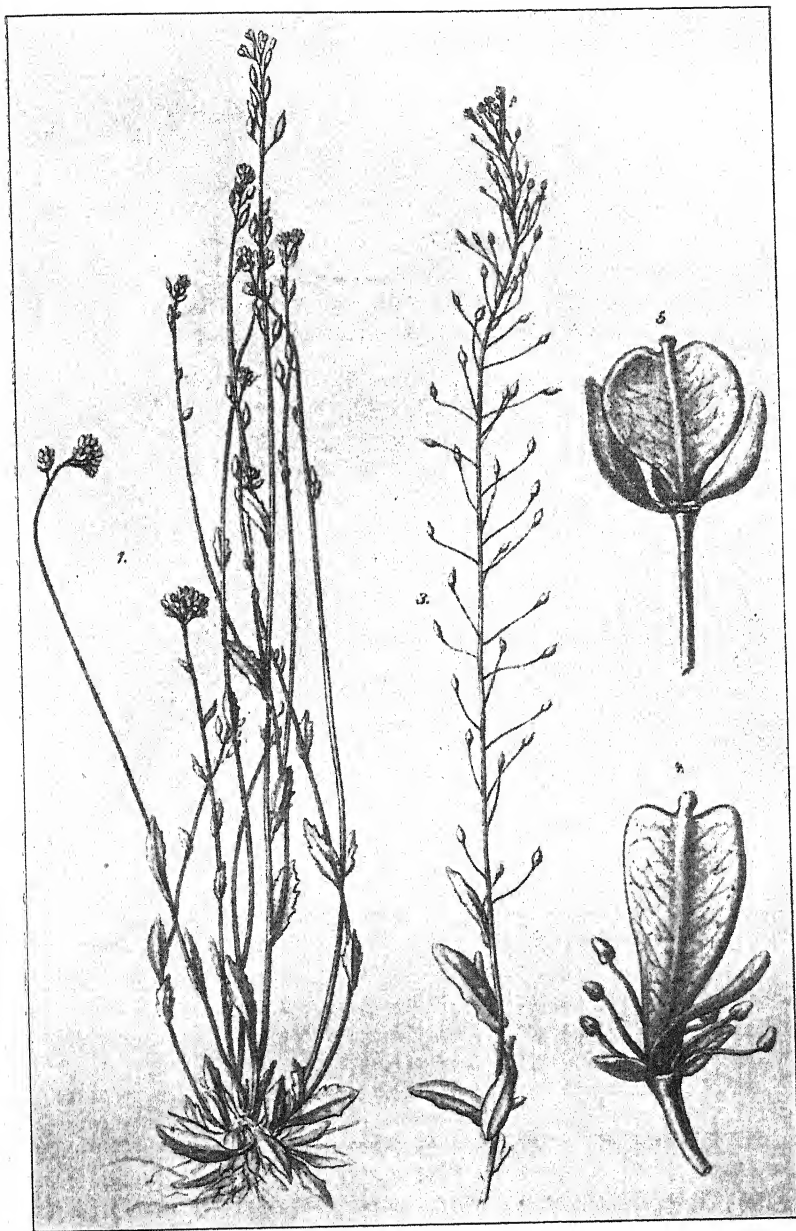


Fig. 83. 1. *Holargidium Kusnetsowii*; 2. *Capsella Heegeri*; 3. von *Cystopus candida* befallene Blüte der *Capsella Heegeri* mit nach der normalen Richtung weiter gebildeten Fruchtknoten; 4. anomale Rückschlagsfrucht der *Capsella Heegeri*, die Form der normalen *C. Bursa* zeigend. Sämtlich nach SOLMS.

Obleich nun in diesem Falle die Abstammung aus *Capsella bursa pastoris* im höchsten Grade wahrscheinlich ist, wurde der strikte Beweis dennoch nicht geliefert. Erst DE VRIES wies experimentell die plötzliche Entstehung neuer Formen nach. Gehen wir also zur Betrachtung seiner Versuche über.

Vierzehnte Vorlesung.

Die DE VRIESschen Mutanten.

Oenothera Lamarckiana in *Hilversum*, p. 209. Auftreten von *O. brevistylis* und *O. laevifolia*, p. 209. *O. Lamarckiana* bei DE VRIES in Kultur, p. 210. Die *Lamarckiana*-Familie, p. 210. Eine elementare Art kann plötzlich entstehen und sofort konstant sein und dennoch das Vermögen zur Bildung neuer Formen behalten, p. 212. Auch Formen, welche noch nicht aus der Mutterart entstanden waren, z. B. *O. leptocarpa* aus *O. rubrinervis*, p. 213. Eine inkonstante Mutante: *O. scintillans*, p. 213. Die *Scintillae*eigenschaft, ein zusammengesetzter Allelomorph, p. 214. DE VRIES' Schlüsse, p. 214. Ein Seitenzweig der *Lamarckiana*-Familie, p. 216. *O. elliptica*, nicht samenbeständig, liefert bei Selbstbestäubung bisweilen nur *O. Lamarckiana*, p. 216. Hohe Prozentzahl an Mutanten bei lange aufbewahrten Samen, p. 217. Die *Laevifolia*-Familie, p. 217. Bei Selbstbestäubung liefern die *Laevifoliae* keine Mutanten, p. 217. Zwei *Lata*-Familien, p. 217. Die neuen Arten mutieren viel weniger wie die *O. Lamarckiana*, p. 219. Kreuzungen fördern das Auftreten von Mutanten, p. 219. Ist *O. Lamarckiana* vielleicht ein Bastard?, p. 220. Die neuen Arten betrachtet, p. 220. *O. laevifolia*, p. 220. *O. brevistylis*, p. 221. *O. Gigas*, p. 222. *O. rubrinervis*, p. 223. Ihr Mutationsvermögen gering und auf das Hervorbringen von *O. lata* und *O. leptocarpa* beschränkt, p. 224. *O. oblonga*, p. 224. *O. albida*, p. 226. *O. leptocarpa*, p. 228. *O. semilata*, p. 228. *O. nanella*, p. 228. *O. scintillans*, p. 231. *O. linearis*, p. 232. Auftreten derselben eine schwache Seite der Mutantendemonstration, p. 232. DE VRIES hat das Auftreten neuer Formen nicht ganz einwandsfrei bewiesen, die Mutanten können analytische Varietäten im Sinne BATESONS sein, p. 233. Womit keineswegs gesagt sein soll, daß Mutanten in DE VRIES' Sinne nicht existieren, nur ist ihre Demonstration noch nicht einwandsfrei, p. 234. Auch BATESON denkt an die Möglichkeit einer früheren Kreuzung als Erklärung für das Auftreten der Mutanten, p. 234. Die unfruchtbaren Arten, p. 235. Die Hypothese der Prämutationsperiode, p. 237.

Aus der Definition, welche wir von diesen Mutanten gaben, n. l. eine plötzlich auftretende samenbeständige Abweichung solcher Art, daß zu ihrer Entdeckung ein geübter Blick nötig ist, folgt direkt, daß man erst allmählich zu ihrer Auffindung gelangen kann.

So ging es auch DE VRIES. Die Veranlassung zu der Entdeckung seiner berühmten *Oenothera*-Mutanten waren nicht die Mutanten selbst, sondern größere, Sprungvariationen ähnliche Abweichungen, welche er bei dieser Pflanze bemerkte. Erst durch das Studium dieser größeren Differenzen lernte er seine Pflanze mehr und mehr kennen und wurde sein Auge so geschult, daß er Mutanten unterscheiden konnte, während er jetzt seine Pflanzen so gründlich kennt, daß er Verschiedenheiten wahrnimmt und ihr Verhalten bei den Nachkommen verfolgt, welche so klein sind, daß es sogar, wenn unsere Aufmerksamkeit darauf gelenkt wird, bisweilen noch schwer genug ist, sie zu sehen.

DE VRIES' Blick auf *Oenothera* bildet im Vergleich mit dem anderer, übrigens auch nicht schlecht beobachtender Botaniker eine

Parallele zu dem Vermögen eines Schäfers die Tiere seiner Herde zu unterscheiden im Vergleich mit dem eines Laien in dieser Hinsicht.

Seine Untersuchung begann mit einer Enquête nach Sprungvariationen, da er das Verlangen hegte, diese selbst entstehen zu sehen. Er ahnte darin einen wichtigen Faktor bei der Entstehung der Arten und suchte deshalb in der Nähe von Amsterdam nach wilden Pflanzen, welche Monstrositäten oder andere Abweichungen zeigten.

So nahm er sukzessive mehr als 100 Arten in Kultur, nicht eine einzige aber war für seine Zwecke geeignet, bis er schließlich in der Nähe von Hilversum eine vielversprechende Pflanze fand: die *Oenothera Lamarckiana*, eine höchst wahrscheinlich aus Amerika zu uns gelangte Pflanze.

Diese Pflanze war aus einem dortigen Garten entwischt und verbreitete sich ungemein schnell über ein verlassenes, benachbartes Kartoffelfeld. 1875 fing dies an, und von 1875—1885 hatte die Pflanze das halbe Feld erobert; sie verbreitete sich auch später noch schnell, bis eine Bepflanzung mit Bäumen ihrer weiteren Verbreitung nicht nur Schranken setzte, sondern auch die Pflanze mehr und mehr zurückdrängte.

Diese *Oenothera* zeigt nun erstens eine starke kontinuierliche Variabilität, zweitens bildete sie zahlreiche Abweichungen wie z. B. Fasziationen und Aszidien. Schon dies ließ etwas erwarten.

Zur Kultur der Pflanze entschloß sich DE VRIES aber erst, als er auf dem Acker zwei charakteristische Formen fand, welche in mancher Hinsicht von *O. Lamarckiana* abweichen, nämlich die *Oenothera brevistylis* de Vries, eine sehr kurzgrifflige und in den weiblichen Organen fast sterile Pflanze, und die *O. laevifolia* de Vries, eine glattblättrige Form mit schmälern Blumenblättern im Herbst, ohne herzförmige Ausrandung an der Spitze.

Beide stellten sich später als samenbeständig heraus und sind als gute elementare Arten zu betrachten. Von jeder dieser Arten waren nur einzelne Exemplare vorhanden, und jede Art war um ein Verbreitungszentrum gruppiert, so daß es im höchsten Grade wahrscheinlich ist, daß jede dieser Arten aus Nachkommen eines einzigen Exemplares besteht, das plötzlich aus *O. Lamarckiana* entstanden ist.

Daß man hier in der Tat mit neuen Formen zu tun hat, wurde alsbald fast zur Gewißheit, denn weder in den Herbarien zu Leiden, Paris und Kew konnte DE VRIES diese Pflanzen auffinden, noch werden sie in der Literatur erwähnt.

Daß sie in Hilversum entstanden sind, ist aber, obgleich höchst wahrscheinlich, nicht sicher; die Möglichkeit besteht natürlich, daß sie mit den *Lamarckiana*-Samen z. B. als Verunreinigung aus Amerika eingeführt worden sind.

Es kam also darauf an, die Vermutung, daß diese Formen plötzlich entstanden wären, womöglich durch das Experiment zur Gewißheit zu erheben.

Dieser Gedanke der experimentellen Evolution d. h. der Versuch, die Entstehung einer neuen Art zu sehen, während man allgemein meinte, daß zu deren Bildung Tausende und abermals Tausende von Jahren nötig wären, ist das unumstößliche Verdienst HUGO DE VRIES!

Damit wurde ein ganzes Arbeitsfeld erschlossen, und sollte auch später sich zeigen, daß die Rolle der Mutanten bei der Artbildung eine bescheidenere ist, als DE VRIES meint, ja sollte es sich sogar herausstellen, daß die Neubildung der Mutanten noch nicht ganz einwand-

frei ist, so wird dadurch das Verdienst DE VRIES' nicht geschmälert, denn jedenfalls zeigte er uns einen wichtigen Weg, welcher zum Ziel führen kann.

GOEBELS und KLEBS' Versuche über Biometamorphosen und DE VRIES' Arbeit über Mutanten haben m. E. den Weg zum noch fast brach liegenden Felde der experimentellen Evolution gebahnt. Unabhängig von DE VRIES war KORSHINSKY, nicht auf dem Wege des Experiments, sondern durch ein scharfsinniges Studium der Resultate des Gartenbaus und durch Beobachtung der wilden Flora zu dem Schluß gelangt, daß nicht die individuelle Variabilität, sondern Sprungvariation die Basis der Artbildung sei. Auf zoologischem Gebiete waren EIMER und BATESON resp. für die Bedeutung von Biometamorphosen und diskontinuierlicher Variabilität eingetreten.

Sehen wir jetzt einmal, wie DE VRIES zu Werke ging:

Er beschloß die Kultur der Hilversumschen *Oenotherae* in der Hoffnung die Entstehung neuer Arten zu sehen.

Dazu nahm er 1886 von dort mit:

- I. neun schöne, große Rosetten von *O. Lamarckiana* mit fast fleischigen Wurzeln (*Lamarckiana*-Familie);
- II. Samen einer fünffächerigen Frucht einer *Lamarckiana*-Pflanze¹⁾ (*Lata*-Familie).
- III. Samen von *O. laevifolia* (*Laevifolia*-Familie).



Fig. 84. *Oenothera Lamarckiana* (nach DE VRIES). *a* die unterste Blume, im Verwelken begriffen, auf das Tragblatt herabgefallen. Vgl. auch Taf. II.

Um die Nachkommen dieser drei Gruppen bequem mit einem Namen andeuten zu können, folgt DE VRIES der Gewohnheit der Züchter und nennt sämtliche Nachkommen einer Gruppe eine Familie, und zwar die von Gruppe I: *Lamarckiana*-Familie, die von Gruppe II: *Lata*-Familie und die von Gruppe III: *Laevifolia*-Familie.

Rede ich also später von einer *Lamarckiana*-Familie, so werden stets die Nachkommen der neun Rosetten gemeint, mit *Lata*-Familie die Nachkommen der in der fünffächerigen *Lamarckiana*-Frucht enthaltenen Samen und mit *Laevifolia*-Familie die Nachkommen der 1886 in Hilversum gesammelten *Laevifolia*-Samen bezeichnet.

Betrachten wir zunächst die

Lamarckiana-Familie.

Die *O. Lamarckiana* ist eine zweijährige Pflanze; sie bildet im ersten Lebensjahre eine Wurzelrosette und fängt erst im zweiten an zu blühen. Dieser Umstand machte natürlich das Erhalten alljährlicher Generationen unmöglich und verlängerte die Versuchs-

1) Gewöhnlich sind die Früchte vierfächerig.

zeit so sehr, daß DE VRIES 1891 den Entschluß faßte, seine Versuche zu unterbrechen und zu versuchen eine Methode zu finden, wobei die Pflanzen zur Einjährigkeit gezwungen würden und wobei zu gleicher Zeit die Kulturbedingungen besser kennen zu lernen wären. Dies gelang ihm vollkommen, so daß er von 1895 an mit einjährigen Kulturen arbeiten konnte.

Seine 1886 mitgebrachten neun Rosetten blühten also 1887 im Amsterdamer Hortus; aus ihren Samen erhielt er 1888—1889 die zweite Generation, von welchen sechs kräftige Pflanzen als Samenträger beibehalten wurden, aus deren Samen die nächste Generation aufging. Die folgende Tabelle macht den weiteren Vorgang deutlich, es sei nur bemerkt, daß stets bloß Lamarckianasamen ausgesät wurden, nie Samen der auftretenden neuen Formen, so daß sämtliche hier registrierte neue Arten Lamarckiana-Eltern gehabt haben.

Lamarckiana-Familie.

Generation	Gigas	Al-bida	Ob-longa	Rubri-nervis	La-marckiana	Na-nella	Lata	Scin-tillans
1886—1887 Hilversum-Amsterdam zweijährig	—	—	—	—	9	—	—	—
Zweite Generation 1888—1889 zweijährig	—	—	—	—	15 000	5	5	—
Dritte Generation 1890—1891 zweijährig	—	—	—	1	10 000	3	3	—
Vierte Generation 1895 einjährig	1	15	176	8	14 000	60	73	1
Fünfte Generation 1896 einjährig	—	25	135	20	8 000	49	142	6
Sechste Generation 1897 einjährig	—	11	29	3	1 800	9	5	1
Siebente Generation 1898 einjährig	—	—	9	—	3 000	11	—	—
Achte Generation 1899 einjährig	—	5	1	—	1 700	21	1	—

Beachten wir jetzt etwas näher das Auftreten der Mutanten:

Oenothera gigas entstand 1895 in einem einzigen Exemplare. Es ist also sicher, daß diese Pflanze, wenigstens von 1886 an, also während vier Generationen nur Lamarckiana-Ahnen gehabt hat. Daß von 1886—1895 nur vier Generationen erzielt wurden liegt daran, daß die Versuche von 1891—1895 unterbrochen wurden, die Samen wurden trocken aufbewahrt.

Diese Pflanze wurde nun mit ihrem eigenen Pollen bestäubt und aus den so erhaltenen Samen 450 Nachkommen gezogen, welche vollkommen konstant, sämtlich also *O. gigas* waren. Unter diesen befand

sich eine Zwergform: *O. gigas nanella*. Die drei folgenden Generationen waren ebenfalls völlig konstant.

Das höchst wichtige Resultat dieses Versuches lautet also:

Eine elementäre Art kann plötzlich in einem einzigen Exemplare entstehen und sofort völlig konstant sein, d. h. ihre Eigenschaften, neue Eigenschaften, auf ihre Nachkommen vererben.

Oenothera albida ist, wie die Tabelle zeigt, zu wiederholten Malen entstanden und zwar immer in größerer Zahl in einer Aussaat. Auf unserer Tabelle finden wir ihr Auftreten zum ersten Male in der vierten Generation verzeichnet, sie war aber, wie DE VRIES sich nachträglich erinnerte, bereits früher aufgetreten, aber, da sie eine sehr schwache Art ist, erst für krankhafte *Lamarckiana* angesehen. Erst 1896 gelang es, durch außergewöhnliche Sorge ein Exemplar bis zur Blüte zu bringen; es lieferte aber keine Samen. 1897 gelang es DE VRIES fünf Exemplare groß zu ziehen, und aus deren Samen erhielt er 1898 86 Exemplare, deren Samen ihm 1898 36 Exemplare lieferten. Die Art war vollkommen samenbeständig.

Oenothera oblonga. 1895 waren 1,3 Proz., 1896 1,7 Proz. der ausgesäten *O. Lamarckiana*: *O. oblonga*: 1897 wieder 1,6 Proz. Man kann hier gewissermaßen von einem Mutationskoeffizienten reden. Von den 1896 durch Selbstbestäubung gewonnenen Samen erhielt er 1683 Pflanzen, mit einer einzigen Ausnahme sämtlich *O. oblonga*, die Ausnahme war *O. albida*. Hier tritt also in der *Oblonga*-Familie eine Mutation auf und zwar dieselbe, welche in der *Lamarckiana*-Familie erschien. In der fünften Generation der *Oblonga*-Familie entstand wieder ein Mutant, welcher ebenfalls bereits in der *Lamarckiana*-Familie wahrgenommen wurde: die *O. rubrinervis*.

DE VRIES schließt also, daß ein Mutant, in casu *O. oblonga*, von seinem ersten Auftreten an samenbeständig sein und dennoch das Vermögen zur Bildung neuer Formen besitzen könne.

Oenothera rubrinervis. Dieser Mutant ist eben so fruchtbar wie *O. Lamarckiana* und der einzige von allen von DE VRIES entdeckten Mutanten, welcher diese wünschenswerte Eigenschaft besitzt. Er trat in der dritten, vierten, fünften und sechsten Generation der *Lamarckianafamilie* auf.

1895 selbstbestäubt, lieferte er ungefähr 1000 konstante Nachkommen, aber es befand sich darunter eine *Lamarckiana*.

Dieser Umstand war natürlich für DE VRIES höchst unangenehm, da es schien, als könnte ein Mutant zu der Art zurückkehren; auch befand sich darunter noch ein neuer Mutant, welcher noch nicht in der *Lamarckiana*-Familie entstanden war: die *O. leptocarpa*.

DE VRIES vermutete bereits sofort, daß diese eine *O. Lamarckiana* nicht aus einem *Rubrinervis*-Samen entstanden, sondern aus einem im Boden befindlichen *Lamarckiana*-Samen aufgegangen wäre, m. a. W. Unkraut wäre. Ihr Vorkommen machte aber eine erneute Untersuchung nach der Samenbeständigkeit von *O. rubrinervis* nötig. Aus den 1896 geernteten Samen wurden 1114 echte *Rubrinervis*-Pflanzen erhalten, noch einmal aus einer 1896 entstandenen Pflanze 1862 Nachkommen, welche ausnahmslos *O. rubrinervis* waren. Damit ist wohl bewiesen, daß die fragliche *Lamarckiana*-Pflanze Unkraut war.

Wir sehen hieraus, daß ein Mutant samenbeständig sein und dennoch selbst Mutanten liefern kann, welche nicht aus den Samen der Art, aus welcher der betreffende Mutant entstand, aufgehen, denn die aus *O. rubrinervis* entstandene *O. leptocarpa* war nicht in der Lamarckiana-Familie angetroffen.

O. nanella ist fast jedes Jahr entstanden. In der Lamarckiana-Familie, von welcher im ganzen 50 000 Individuen kultiviert wurden, entstanden 158 *nanellae*, d. h. 0,3 Proz.

Aus den 1893 durch Selbstbefruchtung entstandenen Samen wurden 440 *Nanella*-Pflänzchen kultiviert. Aus Samen von 1888—1889 und von 1895: 2463 Pflanzen, alle *nanella* und aus Samen von 1896, d. h. von Pflanzen, deren Ahnen wenigstens seit vier Generationen *O. Lamarckiana* waren, 18 000 *Nanella*-Pflänzchen. Die Konstanz dieser Art läßt also nichts zu wünschen übrig. Unter diesen 18 000 Pflänzchen gab es aber drei, welche zu gleicher Zeit *Oblonga*-Merkmale zeigten, also eine elementäre Art zweiten Grades bildeten: *O. nanella oblonga*.

O. lata ist ein rein weiblicher Mutant¹⁾, welcher, da er kein Pollen liefert, nicht durch Selbstbestäubung vermehrt werden kann. Mit *O. Lamarckiana* befruchtet liefert er 15—20 Proz. *Lata*. Das gleiche Resultat erzielt man, wenn man ihn mit Pollen der übrigen Mutanten befruchtet. Seine Eigenschaften sind demnach erblich und falls Selbstbefruchtung möglich wäre, würde er sich voraussichtlich als konstant herausstellen.

Die Sterilität dieser Form wird durch eine Wucherung der Tapetenzellen verursacht: durch diese werden nämlich die Pollenkörner verdrängt und zugrunde gerichtet. Statt also, normalerweise bei der Reife zu degenerieren, füllen hier die Tapetenzellen im Gegenteil das ganze Antherenfach aus.

O. scintillans trat, wie aus der Tabelle hervorgeht, dreimal auf, und zwar zweimal in einem einzigen Exemplar, das dritte Mal in sechs Exemplaren. Dieser Mutant ist nicht konstant, er liefert auch bei Selbstbestäubung neben *O. scintillans* stets in bedeutender Quantität *O. oblonga* und *O. Lamarckiana*. Durch Selektion läßt sich dies nicht ändern; offenbar gibt es in bezug auf sein Vererbungsvermögen zwei Rassen derselben, von denen eine Nachkommen liefert, welche zu 35 bis 40 Proz. aus *O. scintillans* bestehen, während die andere etwa 70 Proz. *O. scintillans* hervorbringt. Daneben treten unter den Nachkommen noch andere Formen auf, aber in so geringer Zahl, daß man sie als von *O. scintillans* gebildete Mutanten betrachten kann.

Die selbstbefruchtete 1895 entstandene *O. scintillans* lieferte aus ihren Samen:

52,9	Proz. Lamarckiana,
34—36	„ scintillans,
3—10	„ oblonga,
1	„ lata.

Von den sechs Pflanzen von 1896 gaben zwei Samen. Bei Selbstbefruchtung lieferte die eine:

51	Proz. Lamarckiana,
39	„ scintillans,

1) Vergl. die Abbildungen auf p. 235, 241 und die Tafel I.

8 Proz. oblonga,
1 „ lata,
1 „ nanella;

die andere:

8 Proz. Lamarckiana,
69 „ scintillans,
21 „ oblonga,
2 „ lata, nanella und andere.

Von den 69 Proz. Scintilla-Pflanzen dieser letzten Kultur wurden zahlreiche Exemplare mit ihrem eigenen Pollen bestäubt, einige dieser ergaben 66 Proz. scintillans, andere 93 Proz., aber Selektionsversuche mit denselben führten nicht zur Konstanz dieser Form.

Was für ein Ding *O. scintillans* eigentlich ist, ist nicht recht deutlich, ein Mutant in DE VRIESschen Sinne ist es nicht, denn dann müßte sie konstant sein.

Die Scintilla-Eigenschaft scheint ein zusammengesetzter Allelomorph im BATESONschen Sinne¹⁾ zu sein, welcher sich in seine einfache Allelomorphs spaltet. Der Fall erinnert an das Verhalten der Giant-Purple Invincible in F_2 (p. 154), wir kommen später darauf zurück.

DE VRIES gelangt also zu folgenden Schlüssen:

I. Neue elementäre Arten entstehen plötzlich, ohne jede Vermittelung.

Übergänge zwischen den verschiedenen elementären Arten existieren nicht.

Bisweilen meinte DE VRIES solche Übergänge zu finden. So fand er z. B. einmal eine Pflanze, welche in mancherlei Hinsicht der *O. lata* ähnelte, aber Pollen bildete. Bei Selbstbestäubung aber lieferte sie 270 der Mutter vollkommen ähnliche Pflanzen und nur 1 Proz. *lata*, also nicht mehr als die Lamarckiana-Familie selber hervorbringen kann. Die fragliche Pflanze war also kein Übergang zwischen *lata* und einer der anderen Formen, sondern ein echter Mutant, welchen DE VRIES *O. semilata* getauft hat.

II. Neue elementäre Arten sind meistens vom Augenblick ihrer Entstehung an vollkommen konstant.

O. laevifolia und *O. brevistylis*, welche nie in DE VRIES' Kulturen auftraten, aber in Hilversum gefunden wurden, sind ebenfalls samenbeständig. Die ursprünglich für gänzlich steril gehaltene *O. brevistylis* liefert in großen Kulturen genügend Samen um dies festzustellen. Eine Ausnahme bildet in der betrachteten Familie nur *O. scintillans*.

Die Konstanz der neuen Arten ist eine sehr wichtige Eigenschaft; sie hat *O. laevifolia* und *O. brevistylis* in den Stand gesetzt, sich auf dem Kartoffelfelde bei Hilversum neben der viel zahlreicheren *O. Lamarckiana* zu behaupten. Dennoch war der Kampf ums Dasein dort sehr heftig. Jede Pflanze kann leicht mehr als 100 Früchte bilden, und jede Frucht 200—300 Samen. Das ganze Feld enthielt höchstens einige Tausende von Exemplaren, nicht viel mehr also als aus den Samen eines oder zweier Individuen entstehen konnten. Alles übrige keimt nicht oder stirbt jung. Dennoch haben *O. laevifolia* und *O. brevistylis* sich mehr als 12 Jahre behaupten können.

III. Die meisten neu auftretenden Typen haben den Rang von elementären Arten, nicht den von Varietäten.

1) Vergl. p. 153.

Elementäre Arten nämlich sind mehr oder weniger in allen Eigenschaften vom Typus unterschieden, Varietäten nur in einer oder einigen wenigen. Ersteres ist hier der Fall. DE VRIES' Mutanten haben den Vorteil, auch im trockenen Zustande unterscheidbar zu sein und zwar besser voneinander und von *O. Lamarckiana* als letztere z. B. von *O. biennis*. Der einzige Mutant, welchen man als Varietät betrachten könnte, ist *O. nanella*.

IV. Die elementären Arten treten meist in verhältnismäßig großer Zahl zu gleicher Zeit oder in derselben Periode auf, und zwar in ungefähr 1—2 Proz. der Totalzahl der Individuen.

V. Die neuen Eigenschaften fallen nicht unter den Begriff der kontinuierlichen Variabilität; sie durchbrechen diese, wie am besten daraus hervorgeht, daß Übergänge nicht vorkommen.

VI. Die Mutationen sind richtungslos. Die Veränderungen umfassen alle Organe in fast jeder denkbaren Richtung.

So sind die Pflanzen stärker (*gigas*) oder schwächer (*albida*) mit breiteren oder schmalern Blättern. Die Blumen werden größer (*gigas*) und dunkelgelb (*rubrinervis*) oder kleiner (*oblonga*, *scintillans*) und blässer (*albida*). Die Früchte werden länger (*rubrinervis*) oder kürzer (*gigas*, *albida*, *lata*). Die Epidermis wird rauher (*albida*) oder glatter (*laevifolia*), die Buckel auf den Blättern nehmen zu (*lata*) oder ab (*scintillans*). Pollenproduktion nimmt zu (*rubrinervis*) oder ab (*scintillans*). Die Samen werden größer (*gigas*) oder kleiner (*scintillans*), werden in größerer Menge produziert (*rubrinervis*) oder in kleinerer (*lata*). Die Pflanze wird weiblich (*lata*) oder fast männlich (*brevistylis*); manche bisher nicht genannte Form war vollkommen steril, einige bildeten sogar fast keine Blumen, *O. gigas*, *scintillans* und *oblonga* neigen mehr zur Zweijährigkeit als *O. Lamarckiana*; *O. lata* viel weniger und *O. nanella* ist bei gewöhnlicher Kultur stets einjährig.

Die neuen Eigenschaften sind teils vorteilhaft, teils indifferent, teils nachteilig.

Selbstverständlich läßt sich ohne Konkurrenzversuche, welche nicht angestellt wurden, nichts Sicheres darüber sagen. Folgendes läßt sich aber bemerken: Die Weiblichkeit der *O. lata* ist selbstverständlich ein Nachteil und *O. albida* mit ihren schmalen Blättern ist viel zu schwach.

O. rubrinervis ist auf den ersten Blick eine starke Pflanze, aber wegen ungenügender Sklerenchymentwicklung ist sie äußerst spröde. *O. oblonga* bildet auf einjährigen Individuen fast gar keine Samen, während *O. nanella* sehr klein ist und spröde Blattstiele besitzt.

DE VRIES meint denn auch, daß diese Formen sämtlich gegen *O. Lamarckiana* im Nachteil sind.

O. laevifolia ist wohl gleich gut wie *O. Lamarckiana*, während *O. gigas* besser, kräftiger in jeder Hinsicht ist.

DE VRIES' Schlußfolgerung lautet also:

Die Mutationen sind richtungslos, ein Teil der neuen Typen geht, ohne Nachkommen gebildet zu haben, zugrunde. Zwischen den übrigen muß die natürliche Auslese entscheiden, welche fortbestehen werden.

VII. Die Mutabilität tritt periodisch auf.

Mit aller Reserve stellt DE VRIES, auf seiner Erfahrung fußend, daß von allen von ihm untersuchten Arten nur die *Oenothera Lamarckiana* mutierte, diese These auf. Selbstverständlich aber sind viel mehr Untersuchungen nötig um dies zu entscheiden.

Ein Seitenzweig der Lamarckiana-Familie.

Um eine möglichst große Kultur zu bekommen, wodurch selbstverständlich die Chance, eventuell seltene Mutanten zu finden, erhöht wird, säte DE VRIES den Rest seiner 1889er Samen, etwa 230 ccm ganz aus. Das Resultat folgt hier:

Generation	Albida	Oblonga	Rubri-nervis	La-marckiana	Nanella	Lata	Scintillans	Elliptica	Lepto-carpa
Erste Generation (zweijährig) 1886—1887 Hilversum-Amsterdam	—	—	—	9	—	—	—	—	—
Zweite Generation (zweijährig) 1888—1889	—	—	—	6	—	—	—	—	—
Dritte Generation erstes Jahr 1895	255	69	1	10 000	111	168	1	7	2
Dritte Generation zweites Jahr 1896	1	54	8	nicht gezählt	35	3	0	1	0

Die übriggebliebenen Samen der sechs Samenträger von 1889 wurden von jedem Samenträger gesondert ausgesät; in der Tabelle ist aber diese Trennung nicht verzeichnet. Die Aussaat war sehr dicht und viele Rosetten wuchsen über benachbarte hin, sodaß gewiß Mutanten zugrunde gegangen sind, und die Totalzahl der verzeichneten Mutanten geringer ist, wie die der wirklich entstandenen.

Es blühten im August 1895 700 Exemplare. Unter diesen fielen zwei durch ihre besondere Länge auf. Sie gehörten dem neuen Mutanten: *O. leptocarpa*, welcher in dem Hauptstamm der Lamarckiana-Familie nicht aufgetreten war. Diese Art läßt sich erst kurz vor dem Blühen unterscheiden, nicht als Keimpflanze und da 1895 ungefähr 1000 Pflanzen blühten, ist ihr Koeffizient ungefähr 0,2 Proz. Die Art läßt sich eigentlich nur durch ihre Länge, ihre spätere Blühzeit und ihre schmäleren Früchte unterscheiden. DE VRIES bildet sie denn auch nicht ab. Sie ist samenbeständig.

O. elliptica, welche hier auftrat, war auch bereits im Hauptstamm der Lamarckiana-Familie erschienen, doch ist in unserer Tabelle derselbe nicht verzeichnet: Es erschienen im Hauptstamm

in der zweiten Generation	1888	2	<i>O. elliptica</i>
dritten	1890	2	„ „
fünften	1886	7	„ „

Diese Form, welche, wie aus folgender Abbildung (Fig. 85, p. 217) zu sehen ist, sehr typisch scheint, ist nicht samenbeständig.

In drei Fällen wurde bei Selbstbestäubung nur *O. Lamarckiana* aus ihren Samen gezüchtet, in einem Falle 1 *elliptica* und 500 *Lamarckiana* und in einem andren Falle 270 *Lamarckiana* und 5 *O. elliptica* d. h. ± 15 Proz. der letzteren.

Die 1896er, aus den nachkeimenden Samen der 1895er Aussaat entstandene Generation lieferte nichts Neues.

1895 wurden also im ganzen 614 Mutanten gefunden oder ungefähr 6 Proz.

Wir erinnern uns, daß die Samen der sechs Samenträger von 1889—1895 gesondert aufbewahrt wurden und gesondert ausgesät worden waren.

Die Samen von fünf dieser Samenträger keimten sehr gut, diejenigen des sechsten aber sehr schlecht und nun stellte sich heraus, daß die schlecht keimenden Samen viel mehr Mutanten lieferten, als die gut keimenden und zwar 40 Proz.

DE VRIES schließt daraus, daß die Mutanten resistenter sind, später absterben wie die Mutterart, und wenn dies in der Tat der Fall ist, so wird man gut tun, beim Suchen nach Mutanten alte Samen zu benutzen. Da aber leider nicht bekannt ist, wie hoch bei diesem sechsten Samenträger der Prozentsatz der Mutanten bei sofortiger Aussaat gewesen sein würde, ist die Schlußfolgerung nicht ganz einwandfrei.

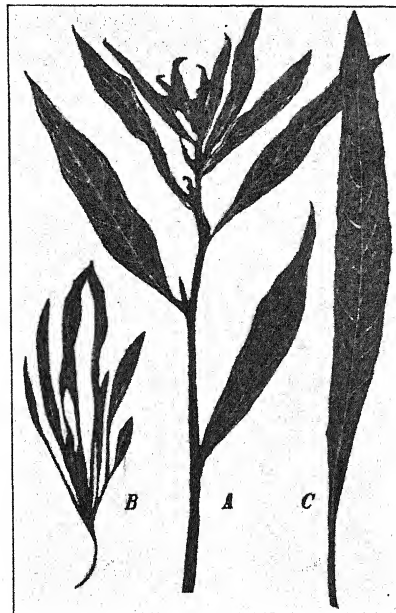


Fig. 85. *Oenothera elliptica* (nach DE VRIES). A beblätterter Zweig einer älteren Pflanze (1895); B eine Keimpflanze (1893); C Wurzelblatt einer erwachsenen Rosette (1890). Vergl. auch p. 232.

Die Laevifolia-Familie.

Die Laevifolia-Samen wurden, wie erwähnt, auf dem Hilversumer Felde gesammelt. Da sie dort mit *O. Lamarckiana* zusammenwuchsen und also leicht von diesen bestäubt werden konnten, braucht es uns nicht zu verwundern, daß in der Aussaat sowohl *O. Lamarckiana* wie *O. laevifolia* erschienen. Im ersten Jahre ließ DE VRIES beide Arten durcheinander blühen und erhielt als Mutanten die früher schon erwähnten *O. lata*, *O. elliptica*, *O. nanella*, *O. rubrinervis*, *O. leptocarpa* und daneben einen neuen: *O. spathulata*, welcher es aber nur zur Bildung einer Wurzelrosette brachte und im nächsten Winter zugrunde ging. Über ihre Konstanz läßt sich also nichts aussagen.

1894 fing DE VRIES an, seine Laevifolia-Blumen in Pergamentsäckchen einzuschließen und mit ihrem eigenen Pollen zu befruchten; sie stellten sich nun als vollkommen samenbeständig heraus, lieferten aber auch keine Mutanten mehr.

Zwei Lata-Familien.

Aus den Samen der von Hilversum mitgebrachten fünffächerigen *Lamarckiana*-Frucht entstanden fünf blühende Pflanzen und zwar drei *O. Lamarckiana* und zwei *O. lata*.

Da die *O. lata* weiblich ist, wird sie selbstverständlich durch das Pollen der *Lamarckianae* befruchtet. Nur die von den Lata-Pflanzen

hervorgebrachten Samen (also *lata* \times *Lamarckiana*) wurden geerntet und ausgesät. In allen folgenden Generationen wurde stets die *lata* von der *Lamarckiana* befruchtet.

Als Resultat ergab sich:

Erste Lata-Familie.

Generation	Elliptica	Lamarckiana	Lata	Spathu- lata	Elliptica	Scintillans
Erste Generation Hilversum 1896	—	eine 5-fächer. Frucht von <i>Lamarckiana</i>	—	—	—	—
Zweite Generation 1887	—	3	2	—	—	—
Dritte Generation 1888	—	x	x	—	—	1
Vierte Generation 1889	—	x ¹⁾	x	—	—	—
Fünfte Generation 1890	—	x	x	2	1	—

Die hier auftretende *scintillans* war nicht konstant, *spathulata* und *elliptica* wurden nicht weiter gezüchtet.

Die zweite Latafamilie rührt von der 1888 aus der *Lamarckiana*-Familie entstandenen *O. lata* her. Bis 1894 ließ DE VRIES sie zusammen mit *O. Lamarckiana* aufwachsen und wurde die Befruchtung der Natur überlassen.

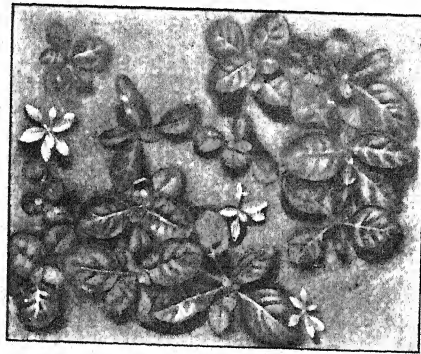


Fig. 86. Eine Mutation in der Lata-Familie. Entstehung der *O. albida* (nach DE VRIES).

Von diesen Kulturen gibt nebenstehende Abbildung eine Vorstellung. Da in den Keim-schüsseln diejenigen Stellen photographiert wurden, wo zufälligerweise die meisten Mutanten sich fanden, geben diese Photos ein flattiertes Bild; die Mutanten scheinen hier viel häufiger zu sein, als es in der Tat der Fall ist.

In den Kulturen traten *O. albida*, *O. nanella*, *O. lata*, *O. Lamarckiana*, *O. oblonga*, *O. rubrinervis*, *O. sublinearis*, *O. elliptica*, *O. subovata* auf; es ist wohl überflüssig, hier die ganze Tabelle²⁾ zu geben.

Seine Beobachtungen an den Lata-Familien schließt DE VRIES mit folgendem Satze:

„Es ist schließlich noch die Frage zu besprechen, ob die Mutabilität in dieser Familie vorwiegend den Müttern oder den Vätern zu-

1) Hierunter befand sich eine *Lamarckiana* mit blattähnlichen Kelchzipfeln, bei Aussaat ihrer Samen entstanden daraus x-*Lamarckiana* ohne diese Abweichung und drei *lata*.

2) Diese findet sich bei DE VRIES, Mutationstheorie, I, p. 202.

zuschreiben sei. Ich vermute das letztere, da meine neuen Arten bei reiner Kultur und soweit sie konstant waren, im allgemeinen viel weniger mutiert haben, als die *O. Lamarckiana* selbst.“

Dagegen scheinen Kreuzungen das Auftreten von Mutationen zu befördern.

Bei den bis jetzt besprochenen Versuchen DE VRIES' fällt folgendes auf.

Mutanten entstanden:

1. aus den aus Hilversum mitgebrachten neun *Lamarckia*-Rosetten, über deren Abstammung wir nichts wissen;
2. aus den von Hilversum mitgebrachten *Laevifolia*-Samen, welche durch das Auftreten von *Lamarckiana*-Pflanzen in den Nachkommen zeigten, daß sie wenigstens teilweise von *Lamarckiana* befruchtet worden waren;

Solange mit *Lamarckiana* weiter gekreuzt wurde, hielt die Mutabilität stand, sobald Selbstbefruchtung auftrat, hörte sie auf;

3. aus *lata* gekreuzt mit *Lamarckiana*.

DE VRIES bemerkt, daß die neuen Arten, mit Ausnahme der sehr inkonstanten *O. scintillans*, bei Selbstbefruchtung viel weniger mutieren als die *O. Lamarckiana*.

So lieferten reine Aussaaten von *O. leptocarpa*, *O. nanella*, und *O. oblonga* diese drei Typen rein, mit folgenden Ausnahmen:

		Zahl der Keimpflanzen	Mutanten
<i>O. leptocarpa</i>	1896	500	2 <i>nanella</i>
<i>O. nanella</i>	1897	760	1 <i>oblonga</i>
<i>O. oblonga</i>	1897	2150	2 <i>albida</i>
			1 <i>elliptica</i>
			1 <i>rubrinervis</i>
		<hr/> 3410	<hr/> 7 Mutanten

also nur 0,2 Proz. Mutanten, während *O. Lamarckiana* 1—3 Proz., öfters mehr Mutanten liefert.

Wenn man zwei Mutanten miteinander kreuzt, entsteht in F_1 meistens auch *O. Lamarckiana*.

Kreuzt man Mutanten mit *O. Lamarckiana*, so ist die Zahl der Mutanten ungefähr der für *Lamarckiana* normalen Zahl gleich.

DE VRIES schließt demnach:

„Fassen wir alles zusammen, so finden wir stets nur unsichere Abweichungen vom ursprünglichen Mutationsvermögen der *O. Lamarckiana*. Sie scheint dieses Vermögen durch alle Generationen und durch alle Kreuzungen hindurch einfach beizubehalten, wenigstens im Laufe meiner Versuche. Dagegen behaupten die aus ihr entstandenen neuen Arten, falls sie konstant sind, auch darin diese Konstanz, daß ihre Fähigkeit, zu mutieren, stark abgenommen hat, aber nicht völlig, denn das Vermögen, dieselben neuen Formen hervorzubringen, wie die Stammart, ist von dieser offenbar auf sie übertragen.“

Zusammenfassend sehen wir also, daß *O. Lamarckiana* stärker mutiert als die aus ihr hervorgegangenen Mutanten, daß *O. laevifolia* nur solange Mutanten bildet, als sie mit *O. Lamarckiana* gekreuzt wird, und daß bei der Kreuzung von zwei Mutanten wieder *O. Lamarckiana* auftreten kann.

Beachten wir hierbei, daß immer ein Teil des Pollens und der Eichen von *O. Lamarckiana* abortiert ist, so drängt sich die Frage auf

ob *O. Lamarckiana* nicht selbst eine Hybride ist und ob wir hier nicht mit Kryptomerieerscheinungen zu tun haben, ob die Mutanten nicht in der Tat analytische Varietäten im Sinne BATESONS sind.

Es fragt sich also in erster Linie, ob die Rosetten, von welchen DE VRIES ausging, Heterozygoten im Sinne BATESONS oder Homozygoten gewesen sind.

Gegen die Auffassung derselben als Heterozygoten, als DR-Pflanzen also, spricht die Wahrnehmung von DE VRIES, II, p. 425:

„daß die aus Kreuzungen hervorgegangenen Exemplare von *O. Lamarckiana* bei der Aussaat ihrer selbstbefruchteten Samen ebenso konstant sind wie diejenigen reiner Abstammung“, d. h. daß sie ungefähr denselben Mutationskoeffizienten wie die ursprünglichen Rosetten behielten. In bezug auf denjenigen Mutanten, welcher am leichtesten zu kennen ist, der *O. albida*, ist dies aber entschieden nicht der Fall; man vergleiche p. 227.

Wir kommen aber auf diese schwierige Frage später noch zurück.

Betrachten wir lieber zunächst einmal die neuen Arten mehr in Detail.

Oenothera laevifolia.

Diese Art ist nie in DE VRIES' Kulturen entstanden, sie muß also entweder in Hilversum gebildet oder bereits auf dem Gartenbeet,

Fig. 87.

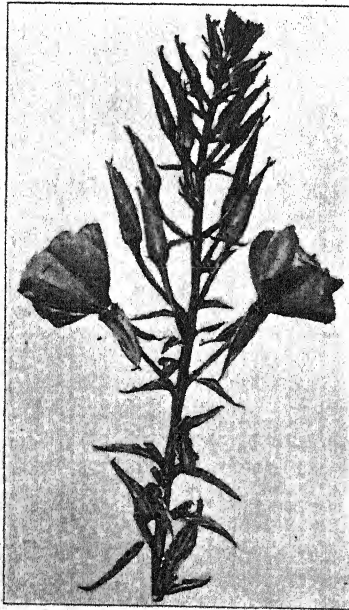


Fig. 88.

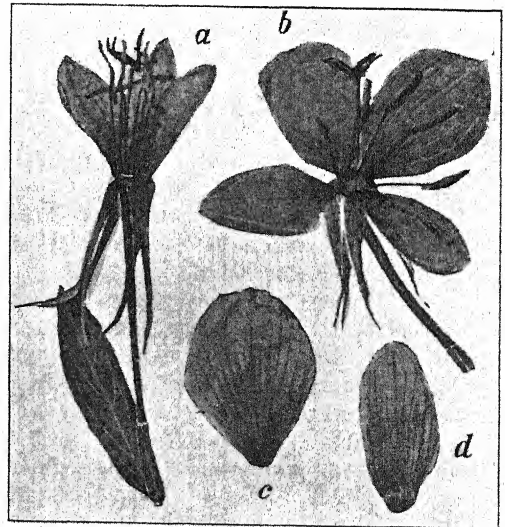


Fig. 87. *Oenothera laevifolia*, blühender Sproßgipfel (nach DE VRIES).

Fig. 88. *Oenothera laevifolia* (nach DE VRIES). Blüten mit schmalen Blumenblättern: *a* von der Seite, *b* von oben gesehen, *c* *d* einzelne Blütenblätter ausgebreitet. In *a* ist das vordere Blumenblatt entfernt worden.

welchem die das Kartoffelfeld erobernden Pflanzen entstammen, anwesend gewesen sein. Streng wissenschaftlich gesprochen, wissen wir also von ihrer Abstammung nichts.

Hauptmerkmale. Die Blätter der *O. Lamarckiana* sind häßlich durch die vielen Buckel zwischen den Nerven, verursacht durch ein im Vergleich mit dem der Nerven überaus starkes Wachstum des Parenchyms. Die *Laevifolia*-Blätter dagegen sind glatt.

Blumen. Im Sommer wie die der *Lamarckiana*, mit kordater Spitze; im Herbst, oder auch im Sommer auf schlecht genährten Seitenzweigen, sind die Kronenblätter viel schmaler, schließen sich nicht zu einer napfförmigen Krone zusammen und entbehren die kordate Spitze.

Schlußfolgerung: *O. laevifolia* steht der *O. Lamarckiana* sehr nahe. Auch die Glattblättrigkeit ist nicht konstant. DE VRIES sagt:

„Unvollkommene Ausbildung des Merkmales kommt bei der *Laevifolia*, auch nach vieljähriger Zuchtwahl, noch stets vielfach vor. Bisweilen findet man an einer glattblättrigen Pflanze hie und da ganz vereinzelte Buckel auf den Blättern oder die Blätter haben alle oder fast alle einige wenige Buckel. Oder es nimmt am Stengel von oben nach unten die Glätte der Blätter allmählich ab.

Es ist sogar bisweilen nicht möglich eine scharfe Grenze zwischen der *Lamarckiana* und den glattblättrigen Pflanzen zu ziehen oder den Prozentsatz der letzteren genau zu ermitteln.“

Etwas weiter sagt DE VRIES: „Die vereinzelt Buckel hat die *O. laevifolia* offenbar von der Stammesart geerbt; sie sind als rudimentär gewordene Eigenschaft oder als Atavismus aufzufassen.“

Die Blütenform ist, wie wir sahen, bei den reichlich genährten Pflanzen der von *Lamarckiana* gleich, auf Seitenzweigen und im Herbst sind die Blumenblätter schmaler und mehr oder weniger zugespitzt. Auf einem dünnen Sandboden sind sie schmaler als auf gutem Boden.

Oenothera brevistylis.

Auch diese Form trat nie in DE VRIES' Kulturen auf, von ihrer Abstammung gilt also dasselbe, wie von *O. laevifolia*.

Unterschied von *O. Lamarckiana* tritt erst kurz vor der Blüte auf. Die junge Infloreszenz bildet bei *O. Lamarckiana* an der Spitze des Stengels eine Rosette von spitzen Blättern, bei *O. brevistylis* eine solche von runden.

Bald hernach erscheinen die Blütenknospen, welche kürzer, dicker und weniger spitz sind als die zierlich konischen von *O. Lamarckiana*.

Die Blumen sind ebenso groß und ebenso schön wie die von *Lamarckiana*.

Hauptmerkmale. Narbe und Staubfäden sind tief in der Kehle der Krone verborgen. Der Griffel ist sehr kurz, wohl variierend in Länge, aber der längste *Brevistylis*-Griffel ist immer noch weit kürzer als der kürzeste *Lamarckiana*-Griffel.

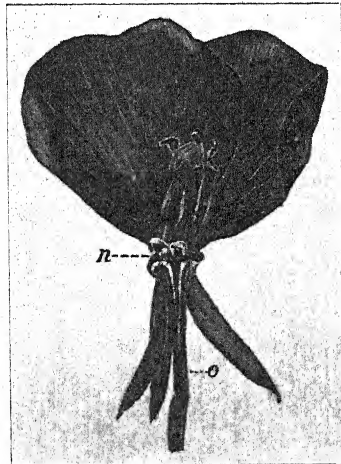


Fig. 89. *Oenothera brevistylis* (nach DE VRIES). Eine der Länge nach halbierte Blüte, die Narben im Schlund der Kelchröhre zeigend. $\frac{2}{3}$ nat. Größe.

Nach dem Verblühen vertrocknen die Blumen, werden aber nicht wie die von *Lamarckiana* abgeworfen, sondern bleiben noch lange auf der unreifen Frucht sitzen.

Die Früchte sind auffallend klein, bleiben auswärts gebogen, dem Tragblatt angedrückt und zwischen dessen Ohren verborgen, gerade als wäre der Fruchtknoten nicht befruchtet, während *Lamarckiana* dann bereits ihre schönen, großen aufrechten Früchte zur Schau trägt.

Samen wird nur ausnahmsweise gebildet, manche Exemplare produzieren gar keine Samen, eine Ernte von 1—2 keimfähigen Samen pro Frucht ist schon recht befriedigend.

Bei Selbstbestäubung ist *O. brevistylis* vollkommen konstant.

Oenothera gigas.

Hauptmerkmale. Breite Kronenblätter. Bei *Lamarckiana* und bei *Gigas* sind die Kronenblätter meistens 3 cm lang; bei *Lamarckiana* 5, bei *Gigas* dagegen 6 cm breit.

Früchte. Bei *Gigas* ungefähr halb so lang, aber ebenso breit wie bei der Mutterart. Samen dementsprechend weniger zahlreich aber größer und schwerer.

Blätter breiter wie bei *Lamarckiana* und noch buckliger.

Fig. 90.

Fig. 91.

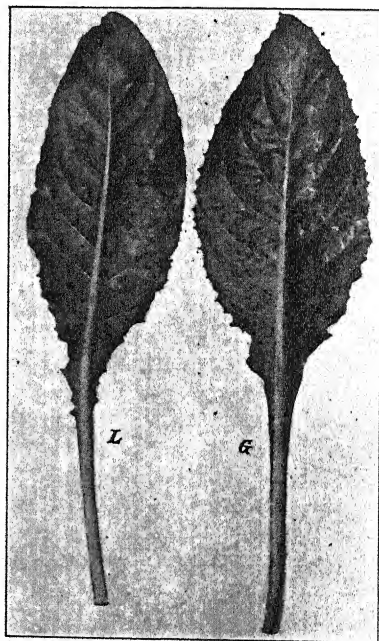


Fig. 90. *Oenothera gigas* (nach DE VRIES). Vergl. auch die Tafel I.

Fig. 91. Ausgewachsene Blätter im August, den Unterschied in der Breite zeigend. L *Oenothera Lamarckiana*. G *O. Gigas* (nach DE VRIES).

Rosetten in Juni: Bei *Gigas* dicht geschlossen; bei *Lamarckiana* lockerer mit längeren Blattstielen.

Schlußfolgerung: Die ganze Pflanze ist stärker wie *O. Lamarckiana*, die Differenzen sind aber gering.

Entstehung: 1895 einmal in der *Lamarckiana*-Familie; 1898 aus Samen einer *O. sublinearis*, welche letztere aus der *Lamarckiana*-Familie entstanden war.

1899 aus einer Kreuzung von *O. lata* mit *O. hirtella*, einer zufälligerweise in aus dem Handel bezogenen Samen vorhandenen Art.

Die Gigas-Pflanzen von 1898 blühten, aber erst im Oktober, zu spät für die Samen um zu reifen. Sie stimmten aber vollkommen mit Gigas überein. Die 1899er Pflanze starb als Rosette. Die Samen der 1895 aus der *Lamarckiana*-Familie entstandenen Gigas-Pflanze gaben vollkommen konstante Gigas-Pflanzen.

Oenothera Rubrinervis.

Diese ist im ganzen 66 mal aus der *Lamarckiana*-Familie entstanden.

Hauptmerkmale: rote Blattnerven, Sprödigkeit des Stengels, behaartes Äußeres.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß diese Merkmale immer zusammen auftreten und bei der 66 maligen Entstehung dieser Art nie eins davon fehlte.

Auch bei Kreuzungen bleiben die Merkmale dieser Art, wie wir später sehen werden, zusammen, sie lassen sich nicht trennen. Das nämliche gilt sowohl für die übrigen Mutanten wie für ihre Kreuzungen. Es ist also wahrscheinlich, daß die abweichenden Eigenschaften der Mutanten auf dem Auftreten eines neuen Allelomorphs beruhen, d. h. daß ein Allelomorph hinzugekommen ist und daß alle Verschiedenheiten von diesem Allelomorph herrühren.

Wie es kommt, daß dieses eine Unit die Sklerenchymfasern dünnwandig, die Blätter schmal und graugrün, die Nerven und Früchte rot macht, ist natürlich noch nicht zu sagen, aber auch chemische Verbindungen haben viele Eigenschaften, deren Zusammenhang man noch nicht kennt, aber die man doch überzeugt ist, einmal aus der Konstitution des Körpers erklären zu können.

Umstehende Tabelle (p. 224) gibt die Entstehungsweise von *Rubrinervis* an.



Fig. 92. *Oenothera rubrinervis* (nach DE VRIES). Zeigt sehr schön den buchtigen Lauf des spröden Stengels. Vergl. auch die Tafel I.

Rubrinervis. I.

Entstanden aus:	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon Rubrinervis
der Lamareckiana-Familie . dem Seitenzweig der La- mareckiana-Familie . . .	1890, 1895, 1896, 1897	33 800	32
O. laevifolia	1895, 1896	10 000	9
O. lata	1889, 1894	x	4
O. oblonga	1900	2 000	3
O. Lamareckiana \times O. nanella	1897	45	1
O. lata \times O. nanella . .	1897	1 051	2
O. Lamareckiana z. Hilversum	1895, 1900	222	2
	1889	x	1
			54

II.

Entstanden aus:	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon Rubrinervis
O. Lamareckiana (zweijährige Kultur) .	1897	164	2
O. lata (aus O. Lamareckiana entstanden) erste Generation	1896	326	4
O. lata \times O. Lamareckiana	1898, 1900	750	2
O. lata \times O. brevistylis	1896	266	1
O. nanella \times O. brevistylis	1895	270	1
O. scintillans \times O. nanella	1898	95	1
O. Lamareckiana, entstanden aus O. La- mareckiana \times O. scintillans . . .	1900	80	1
		1951	12

O. rubrinervis ist samenbeständig; ihr Mutationsvermögen sehr gering und auf das Hervorbringen von *Lata* und *Leptocarpa* beschränkt.

Oenothera oblonga.

Wurde im ganzen 700mal angetroffen unter 70 000 Pflanzen;
der Mutationskoeffizient beträgt also für *O. oblonga* ± 1 Proz.
„ *O. rubrinervis* $\pm 0,1$ „
„ *O. gigas* $\pm 0,01$ „

Die Ursache dieser Differenzen ist vollständig unbekannt.

Hauptmerkmale: Sind als Keimpflanzen ebenso leicht wie *O. rubrinervis* zu unterscheiden. Je älter sie werden, desto leichter lassen sie sich erkennen; zwar schwindet die rote Farbe des Mittelnerven, aber die Blätter werden länger und schmaler, die Nerven breiter und blässer und fallen mehr auf.

Beim blühenden Stengel trifft uns die Blütenarmut, aber zumal fallen die gedrungen beblätterten rosettenähnlichen Seitenzweige ins Auge.

Die Früchte bleiben sehr kurz, etwa $\frac{1}{3}$ der Länge der *Lamareckiana*-Früchte.

Die Samen sind schwach und spärlich vorhanden, die Ernte ist gering, öfters Null. — Bessere Samenernte aber liefern die zweijährigen Pflanzen, obgleich nicht viel bessere.

Fig. 94.



Fig. 93.

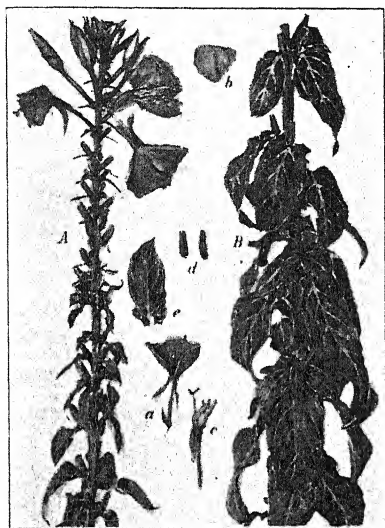


Fig. 93. *Oenothera oblonga* (nach DE VRIES). Oberer und mittlerer Teil einer Pflanze im September, um den eigentümlichen Verzweigungstypus mit rosettenähnlichen Seitenzweiglein zu zeigen. *a* Blüte; ein Kronenblatt ist abgebrochen und bei *b* isoliert dargestellt; *c* eine Blüte ohne die Krone, die anfangs abwärts, im oberen Teile aber aufwärts gebogenen Staubfäden und den Griffel mit den vier Narben zeigend; *d* ausgewachsene Früchte; *e* eins ihrer Tragblätter.

Fig. 94. *Oenothera oblonga* (nach DE VRIES). Oberer Teil einer Pflanze beim Anfang der Blüte.

Entstehung. Diese geht aus folgenden Tabellen hervor:

I. Aus *O. Lamarckiana*

mehr speziell aus	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon Oblonga	Proz. Oblonga
der Lamarckiana-Familie .	1895	14 000	176	1,3
„ dem Seitenzweig der La- marckiana-Familie . . .	1896	8 000	135	1,7
aus einer zweijährigen Kul- tur von <i>O. Lamarckiana</i>	1895	10 000	69	0,7
	1897	1 660	31	1,9
		33 660	411	im Mittel: 1,2

Aus *Lata*, also de facto aus *Lata* \times *Lamarckiana*

mehr speziell aus	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon Oblonga	Proz. Oblonga
der <i>Lata</i> -Familie	1900	2 000	7	0,3
<i>Lata</i> -Kulturen	1895—1898	2 350	28	1,2
		4 350	35	im Mittel: 0,8

Aus *O. nanella*

aus <i>O. nanella</i>	1897	760	1	0,1
-------------------------------	------	-----	---	-----

Die geringe Zahl der aus *O. nanella* entstandenen Oblonga (0,1 Proz.) im Vergleich mit der aus *O. Lamarckiana* (1,2 Proz.) zeigt wieder, daß die Mutanten weniger mutieren wie die Mutterart. Auch bei *O. lata* ist eine Abnahme der Mutabilität bemerkbar; der verhältnismäßig hohe Prozentsatz von Oblonga, welche dennoch aus *O. lata* gebildet wird, ist wohl dadurch herbeigeführt, daß die *Lata* immer mit *Lamarckiana* gekreuzt werden muß um Samen zu bilden.

II. Aus Kreuzungen entstanden

und zwar aus	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon Oblonga	Proz. Oblonga
<i>O. Lam.</i> \times <i>nanella</i> . . .	1897—1899	8 283	38	0,47
<i>O. Lam.</i> \times <i>brevistylis</i> . .	1898	293	4	1,4
<i>O. lata</i> \times <i>nanella</i> . . .	1895—1900	1 586	14	0,9
<i>O. lata</i> \times <i>brevistylis</i> . .	1895—1899	498	6	1,2
<i>O. lata</i> \times <i>laevifolia</i> . . .	1895	127	4	3,1
<i>O. rubrinervis</i> \times <i>O. nanella</i>	1895	1 500	4	0,26
<i>O. scintillans</i> \times <i>O. nanella</i>	1898	95	3	3,2
<i>O. Lam.</i> \times <i>O. biennis</i> . .	1896	30	2	6,6
<i>O. Lam.</i> \times <i>suaveolens</i> . .	1897	200	8	4,0
		12 612	83	0,7

Aus dieser Tabelle geht aber die Unregelmäßigkeit des Mutationskoeffizienten hervor. Zumal *Nanella* scheint ihn herunterzudrücken, ausgenommen, wenn sie mit *Scintillans*, einer sehr unbeständigen Form, gekreuzt wird.

Ob nun die Ahnen von Oblonga, *Lamarckiana*, *laevifolia*, *rubrinervis* oder *nanella* sind; Oblonga selbst ist vollkommen samenbeständig, nur kann sie selbst Mutanten bilden.

Oenothera albida.

Hauptmerkmal: Die Blässe und die Schwäche der Keimpflanzen, wodurch das Großziehen äußerst beschwerlich ist. Grade weil *O. albida* so leicht zu erkennen ist, eignet sie sich besonders zur Bestimmung des Mutationskoeffizienten.

Dieser Mutationskoeffizient stellt sich als äußerst variabel heraus, so schwankt er z. B. in nächstfolgender Tabelle zwischen 0,05 und 9 Proz.

O. albida I.

Entstanden aus	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon <i>O. albida</i>	Proz. <i>O. albida</i>
der Lamarckiana-Familie . . .	1895—1899	28 500	56	0,2
aus aus Kreuzungen entstan- denen <i>O. Lamarckiana</i> s .	1898	4 599	2	0,05
aus dem Seitenzweig der La- marckiana-Familie	1895	10 000	255	2,5
<i>O. lata</i> von <i>Lamarckiana</i> bestäubt	1900	2 000	42	2,1
<i>O. lata</i> „ „ „	1896—1899	751	31	4,0
<i>O. Lamarckiana</i> (zweijährig) . .	1896	164	15	9,0

Sofort fällt dabei die sehr niedrige Zahl der *O. albida* auf, welche aus, aus Kreuzungen hervorgegangenen, *Lamarckiana* erhalten wurden; es ist, als wäre *Lamarckiana* durch die Kreuzung von *O. albida* gereinigt.

Fig. 95.

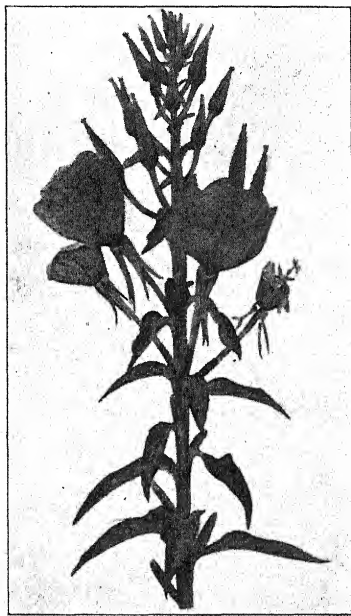


Fig. 95. *Oenothera albida* (nach DE VRIES).

Fig. 96.



Fig. 96. *Oenothera albida*. Photographiert im September 1905, im selben Maßstabe verkleinert, wie die Figur von *O. lata* auf Tafel I.

O. albida II
aus Kreuzungen.

Kreuzung	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon <i>O. albida</i>	Proz. <i>albida</i>
<i>O. Lam.</i> \times <i>O. nanella</i> . .	1897	1341	1	0,1
<i>O. lata</i> \times <i>O. nanella</i> . .	1895—1900	1586	15	1,0
<i>O. lata</i> \times <i>O. rubrinervis</i> . .	1900	1844	37	2,0
<i>O. lata</i> \times <i>O. scintillans</i> . .	1900	636	2	0,3
<i>O. scintillans</i> \times <i>O. nanella</i> .	1898	95	3	3,0
<i>O. lata</i> \times <i>O. suaveolens</i> . .	1900	743	13	2,0

Oenothera leptocarpa

läßt sich nicht unterscheiden, bevor sie zu blühen anfängt; von einer Bestimmung des Mutationskoeffizienten kann also keine Rede sein, da sie schon lange vor der Blüte weggeworfen sein kann.

Entstehung. Außer aus *O. Lamarckiana* ist sie auch aus *O. rubrinervis* entstanden; nicht aus anderen Arten.

Von ihrem Auftreten bei Kreuzungen sagt DE VRIES:

„Unter den Aussaaten gekreuzter Samen kamen solche Fälle (Auf-treten der *O. leptocarpa*) wenn auch selten doch etwas häufiger vor, aber es hält oft schwer, hier die Mutationen von den regelmäßigen Pro-dukten der Kreuzung zu unterscheiden.“

Oenothera semilata.

Trat dreimal in Kulturen von *O. lata*, sonst nie auf, ähnelt der *O. lata*, aber sämtliche Eigenschaften sind weniger typisch ausgebildet, daher der Name *O. semilata*. Sie blieb bei Selbstbefruchtung ziemlich konstant, lieferte aber doch auf 276 blühenden und 82 nichtblühenden Exemplaren drei blühende und eine nichtblühende *Lata* und drei *Nanella*.

Die *Nanellae* waren demnach Mutanten, die *Latae* vielleicht Rück-schlag.

Oenothera nanella.

Zunächst sei bemerkt, daß *O. nanella* nicht nur eine Miniatur-Lamarckiana ist.

Hauptmerkmale. Die ersten Rosettenblätter sind breiter und sehr kurz gestielt, hernach treten langgestielte Blätter auf, welche den ganzen Habitus verändern und vermuten lassen, daß die Pflanze eine gewöhnliche *Lamarckiana* bilden wird. Bald geht aber diese Periode vorüber, der gedrängte Bau mit den breiten, fast sitzenden Blättern tritt wieder auf.

Diese kurzwährende langstielige Periode betrachtet DE VRIES als eine atavistische Periode; solche atavistische Jugendperioden treten bei vielen Pflanzen auf.

Eine der bekanntesten Beispiele davon ist das Auftreten gefiederter Blätter bei den Keimpflänzchen von *Acacia*-Arten, welche im erwachsenen Zustande nur *Phyllocladien* bilden.

So besitzen auch *Sium latifolium* und *Berula angustifolia*, Pflanzen mit einmal gefiederten Blättern, eine Jugendperiode, in welcher sie, wie die meisten Umbelliferen, mehrmals gefiederte Blätter bilden¹⁾.

Fig. 98.

Fig. 97.



Fig. 97. *Oenothera nanella* (nach DE VRIES). Blütenknospen am Gipfel des Stengels. Daneben die häufigsten Mißbildungen solcher Knospen.

Fig. 98. *Oenothera nanella* (nach DE VRIES). Ein unverzweigtes und ein reichverzweigtes Exemplar, wenige Tage vor dem Anfang der Blüte. Die Pflanzen waren etwa 25 und 40 cm hoch, während einjährige Pflanzen von *O. Lamarckiana* gewöhnlich erst bei etwa 1 m Höhe blühen.

Die Entstehung der Nanella geht aus folgenden Tabellen hervor:

I. Aus *O. Lamarckiana*.

Die Lamarckianapflanzen entstammten	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	davon Nanella	Proz. nanella
der Lamarckiana-Familie .	1889—1899	50 000	158	0,3
dem Seitenzweig der Lamarckiana-Familie . . .	1895	10 000	111	1,1
der Laevifolia-Familie . .	1889	400	12	3,0
verschiedenen Kreuzungen	1898	4 599	26	0,6
der <i>O. scintillans</i>	1897—1898	1 654	15	0,9
einer zweijährigen Lamarckiana-Kultur	1897	1 529	9	0,6
einer buntblättrigen Lamarckiana-Kultur	1899	1 972	9	0,5
		70 154	340	im Mittel: 0,5

1) Für eine Reihe ähnlicher Fälle siehe GOEBEL, Organographie I, 1898, p. 121—151.

Von der *Laevifolia*-Familie abgesehen, welche außerordentlich viele *Nanellae* produzierte, ist der Mutationskoeffizient so ziemlich konstant, und macht es keinen konstanten Unterschied, ob die *Lamarckianae* aus *Lamarckianae* oder aus Kreuzungen entstanden. Die in dieser Tabelle als aus Kreuzungen hervorgegangen bezeichneten *Nanella* entstanden aus F_2 , denn in F_1 waren die *Lamarckianae* aufgetreten.

Was geschieht nun, wenn *Nanella* direkt aus Kreuzungen entsteht, d. h. also, in F_1 auftritt?

Die nächste Tabelle gibt die Antwort.

II. Aus Kreuzungen.

	Jahr	Gesamtzahl der Pflanzen	Davon <i>Nanella</i>	Proz. <i>Nanella</i>
<i>O. Lam.</i> \times <i>O. biennis</i> . .	1900	80	1	1
<i>O. lata</i> \times <i>O. biennis</i> . .	1899	299	2	0,7
<i>O. lata</i> \times <i>O. brevistylis</i> . .	1898	293	5	1,7
<i>O. Lam.</i> \times <i>O. gigas</i> . .	1899	100	2	2,0
<i>O. Lam.</i> \times <i>O. scintillans</i> . .	1899	112	1	1,0
<i>O. lata</i> \times <i>O. Lam.</i> . .	1900	2000	3	0,2
<i>O. lata</i> \times <i>O. Lam.</i> . .	1895—1900	2387	26	1,1
<i>O. lata</i> \times <i>O. brevistylis</i> . .	1896—1899	425	6	1,4
		5696	46	im Mittel: 0,8

Wie Sie sehen, ist der Unterschied nicht groß; zwar ist der mittlere Mutationskoeffizient hier etwas größer, aber *O. lata* \times *O. Lamarckiana* (0,2 Proz.) gibt doch auch recht wenige *Nanellae*.

Aus anderen neuen Arten entstand *Nanella*:

aus *O. leptocarpa* 1896 zu 0,4 Proz.

O. scintillans 1896—1899 „ 0,4 „

Wir teilten bereits früher mit, daß die *Nanella*-Eigenschaft vollkommen konstant ist, und daß in selbstbefruchteten Kulturen nie Rückschlag auf *Lamarckiana* stattfand. Die Pflanze behält aber das Vermögen der Mutation bei; da jedoch die Zwerg Eigenschaft konstant ist, so sind die aus *Nanella* entstandenen Mutanten Zwergformen, Kombinationsmutanten also.

So erhielt DE VRIES:

aus Samen von	den Kombinationsmutanten	im Jahre
<i>O. Lam.</i> \times <i>O. nanella</i>	<i>O. nanella-oblonga</i>	1898
<i>O. lata</i> \times <i>O. nanella</i>	<i>O. nanella-albida</i>	1899
<i>O. lata</i> \times <i>O. nanella</i>	<i>O. nanella-elliptica</i>	1899
<i>O. lata</i> \times <i>O. nanella</i>	<i>O. nanella-scintillans</i>	1899
<i>O. nanella</i>	<i>O. nanella-lata</i>	1892
<i>O. nanella</i>	<i>O. nanella-oblonga</i>	1897
<i>O. scintillans</i>	<i>O. scintillans-nanella</i>	1899
<i>O. gigas</i>	<i>O. gigas-nanella</i>	1897
<i>O. Lamarckiana</i>	<i>O. nanella-elliptica</i>	1889

Diese Kombinationsmutanten geben keine Samen, der Grad ihrer Konstanz läßt sich also nicht feststellen. Später aber erhielt DE VRIES den Kombinationsmutanten *Rubrinervis-nanella*, welche sich, für soweit

die wenigen Samen ein Urteil erlauben, als samenbeständig erwies. (Siehe DE VRIES II, p. 453).

Betrachten wir jetzt die inkonstanten Formen:

O. scintillans.

DE VRIES fängt damit an zu betonen, daß derartige inkonstante Formen grade wegen ihrer Inkonstanz in der Natur verschwinden und also nicht nur keine Arten werden können, sondern daß ihre Existenz überhaupt ephemer ist, wenn sie nicht immer von neuem entstehen.

Aus *O. scintillans* entsteht stets *O. scintillans*, neben *O. Lamarckiana*. Die eine Rasse liefert etwa 30 Proz. *scintillans*, die andere etwa 70 Proz., in beiden Fällen bei Selbstbestäubung; der Rest besteht aus *O. Lamarckiana* und *O. oblonga*. DE VRIES überzeugte sich durch das Experiment, daß letztere (*O. Lamarckiana* und *O. oblonga*) konstant sind, erstere (*O. scintillans*) sich aber stets wieder in *O. scintillans*, *O. Lamarckiana* und *O. oblonga* spaltet.

Selbstverständlich muß also *O. scintillans*, da ihre Anzahl stets abnimmt, schließlich verschwinden.

Stellen wir die Zahl der *Scintillans*-Exemplare in jeder sukzessiven Generation auf $\frac{1}{3}$ der Gesamtzahl der Nachkommen, und nehmen wir an, daß in jeder Generation 1000 Kinder entstehen.

So erhalten wir folgende Tabelle:

1000 *Scintillans* geben in:

	<i>Scintillans</i>	<i>Lamarckiana</i> × <i>Oblonga</i>
der ersten Generation . .	333	667
„ zweiten „ . .	111	889
„ dritten „ . .	37	963
„ vierten „ . .	12	988
„ fünften „ . .	4	996
„ sechsten „ . .	1	999
„ siebenten „ . .	0	1000

Demnach würde ohne Selektion auf einem Grundstück, wo jedes Jahr ungefähr 1000 Exemplare zur Entwicklung gelangten, *O. scintillans* bereits in der siebenten Generation verschwunden sein; in der Tat aber wird sie viel früher verschwinden, da sie weit schwächer ist als *Oblonga* oder *Lamarckiana*.

Es folgt hieraus: daß neue Formen entstehen können, welche bereits vom Augenblick ihrer Entstehung ab bestimmt sind zu verschwinden, weil sie nicht samenbeständig sind.



Fig. 99. *Oenothera scintillans*. Gipfel einer einjährigen Pflanze.

Man sieht also, daß auch in dieser Hinsicht die Mutation richtungslos ist: sie bildet bessere Typen als die Art, gleichwertige, schlechtere und sogar welche, die auf die Dauer existenzunfähig sind.

Solche inkonstante Formen sind weiter *O. elliptica* und *O. sublinearis*. Die Erblichkeit der *O. elliptica* ist äußerst gering; in drei Fällen = 0, in einem Falle 1 auf 500, im besten Falle 15 Proz.

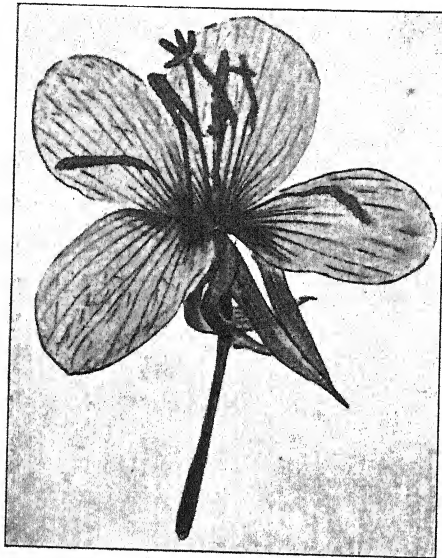


Fig. 100. *Oenothera elliptica* (nach DE VRIES). Eine geöffnete Blüte, die an der Spitze gerundeten Blumenblätter zeigend (1895). Vgl. auch p. 217.

O. linearis, welche in mancher Hinsicht, zumal in den Blumen der *O. elliptica* gleicht, ist eine sehr sonderbare Form; leider blühte nur eine Pflanze, sie wurde sorgfältig vor Kreuzung geschützt. Aus ihren also durch Selbstbefruchtung hervorgegangenen Samen gingen 31 Pflanzen auf und zwar

- 19 *O. Lamarckiana*,
- 3 *O. sublinearis*,
- 1 *O. lata*,
- 1 *O. nanella*,
- 1 *O. albida*,
- 1 *O. subovata*,
- 1 *O. gigas*,
- 2 *O. oblonga*.

Wo rührt dieser auffallende Reichtum an Mutanten her? DE VRIES meint, daß er von den schwachen Samen herrühren könne. Wir sahen früher, daß Samen, welche lange aufbewahrt wurden, bis

zu 40 Proz. Mutanten liefern können, wofür DE VRIES die Erklärung gibt, daß die Mutanten resistenter sind als die Mutterart.

Dies ist aber nur eine Vermutung, und DE VRIES sagt denn auch selber, daß diese Vielförmigkeit der Nachkommen eine erneute Untersuchung nötig macht oder mit seinen eigenen Worten:

„Doch bedarf dieser ohne Zweifel sehr wichtiger Punkt noch sehr ausführlicher Untersuchung.“

In der Tat. Im Auftreten dieser Sublinearis liegt doch eine schwache Seite der Mutationsdemonstration.

Wir haben bereits früher die Frage berührt, ob die Mutanten nun zweifellos neue Arten sind, oder ob sie möglicherweise nur eine Äußerung der Abspaltung von Formen sind, womit die Lamarckiana früher gekreuzt wurde.

DE VRIES sagt darüber [p. 540]:

„Andrerseits konnte man vermuten, daß meine neuen Arten nur scheinbar neu sind, und tatsächlich früher irgendwo in Nordamerika im Freien als gute Arten gelebt haben. Wäre dann die Lamarckiana nacheinander mit allen diesen Typen gekreuzt und hätte sie von jeder Verbindung einen latenten Rest beibehalten, so würde eine Reihe weiterer Hypothesen wohl zur Erklärung meiner Beobachtungen führen können.“

Dies ist offenbar unwahrscheinlich, aber diese Voraussetzung ist auch nicht nötig: es wäre möglich, daß die *O. Lamarckiana* früher mit einer Art gekreuzt wurde, welche einen zusammengesetzten Allelomorph besaß. Wenn dieser Allelomorph rezessiv war, und also unsichtbar in der *Lamarckiana* aufbewahrt blieb, und bisweilen einfache Allelomorphs abspaltete, so wären die DE VRIESschen Beobachtungen ebenfalls erklärt und wären die Mutanten nur analytische Varietäten im Sinne BATESONS.

Einen ähnlichen Fall sahen wir auf p. 154, wo der zusammengesetzte Allelomorph, welcher die Farbe von STANLEY überträgt, in F_2 und F_3 in eine Anzahl verschiedener Hypallelomorphs oder Kombinationen derselben auseinanderfällt.

Zwar sagt DE VRIES:

„Will man eine einzige Kreuzung als Ursache für den ganzen Kreis der Erscheinungen annehmen, so müßte der hypothetische Urvater zugleich *gigas* und *nanella*, *lata* und *brevistylis*, *rubrinervis* und *laevifolia*, *scintillans* und *oblonga* gewesen sein. Bis man aber eine solche Art im Freien findet scheint mir die Hypothese eine weitere Beachtung kaum zu verdienen.“

Dagegen läßt sich einwenden daß der hypothetische Urvater zwar die Allelomorphs für verschiedene Mutanten besessen haben muß, selber aber durch den Besitz eines zusammengesetzten Allelomorphs eine Art gewesen sein kann, welche ganz anders aussah als einer dieser Mutanten. Weiter ist nicht zu vergessen, daß die Mutanten teilweise wieder Kombinationen von Hypallelomorphs sein könnten¹⁾, so daß es nicht einmal nötig ist, daß der hypothetische zusammengesetzte Allelomorph aus ebenso vielen Hypallelomorphs besteht als es Mutanten gibt.

Daß es übrigens Formen gibt, welche offenbar so viele Mutanten enthalten, daß eine Kreuzung von einer solchen mit *O. Lamarckiana* vieles erklären könnte geht aus dem Vorkommen von *O. sublinearis* hervor.

Eine Kreuzung von *O. Lamarckiana* und *O. sublinearis* würde bereits eine Anzahl von Mutanten aus den Samen von „*Lamarckiana*“ verursachen können, wenn diese letztere dominierte und von Zeit zu Zeit Gameten mit einem oder einer Kombination von Hypallelomorphs abwürfe.

Es spricht für die Auffassung von *Lamarckiana* als eine Hybride sehr der Umstand, daß sowohl vom Pollen, wie von den Eichen eine gewisse Zahl abortieren.

Bei vollster Anerkennung von DE VRIES' Arbeit, scheint es mir doch, daß er, streng wissenschaftlich gesprochen, die Entstehung von Mutanten, d. h. das Auftreten neuer Formen nicht ganz einwandfrei demonstriert hat; wohl hat er bewiesen, und das ist schon äußerst wichtig, daß die *O. Lamarckiana* eine Reihe konstanter Formen abwerfen kann. Ob diese aber Mutanten in DE VRIES' Sinne oder analytische Varietäten im Sinne BATESONS²⁾ sind, bleibt fraglich. Im ersten Falle sind deren Eigenschaften neu, im zweiten sind diese durch eine Trennung präexistierender Merkmale entstanden.

Daß im letzteren Falle der Wert der DE VRIESschen Mutanten für eine Evolutionstheorie sehr herabgesetzt werden würde, braucht kaum betont zu werden.

1) Gar nicht unwahrscheinlich; man denke z. B. an *Rubrinervis*, die, aus welchen Formen sie auch entstand, immer die gleichen Eigenschaften besitzt.

2) Vgl. p. 153.

Aber auch wenn zugegeben werden muß, daß der strikte Beweis für die Entstehung von Mutanten nicht geliefert ist, so soll damit keineswegs gesagt sein, daß sie nicht vorkommen; nur gegen die Auffassung, als wäre ihre Existenz bereits ganz einwandfrei demonstriert, richtet sich diese Kritik.

Wir sagten soeben, daß eine Kreuzung mit einer Form wie *O. sublinearis* viele der von DE VRIES beobachteten Erscheinungen erklären könnte.

Aber offenbar kann *O. sublinearis* selbst nicht der hypothetische Urvater sein, denn diese Form ist inkonstant und zu dauernder Existenz unfähig. Dieser Umstand läßt die Möglichkeit offen, daß sie tatsächlich aus *O. Lamarckiana* entstanden ist, und zwar als eine Mutation in DE VRIES' Sinne, als ein Mutant, welcher einen zusammengesetzten Allelomorph besitzt, und durch diese große Veränderung, diese „Zerrüttung“, inkonstant und existenzunfähig ist.

Es wäre also die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die inkonstanten Formen eigentlich die ersten sichtbaren Zeichen einer stattfindenden Mutation wären, und daß die konstanten und existenzfähigen Formen erst als Resultat des Auseinanderfallens des zusammengesetzten Allelomorphs entstehen.

Dann würden also die Mutanten in einem Komplex, in einem oder zwei Exemplaren entstehen, und in dieser Hinsicht auch mehr mit den Sprungvariationen übereinstimmen, solche Individuen würden durch diese große Veränderung selbst existenzunfähig sein; durch Kreuzung mit der Mutterart aber würden die Eigenschaften dieses Mutantenkomplexes auseinanderfallen, über eine Anzahl von Gameten verteilt werden und so die konstanten Mutanten von DE VRIES liefern.

Vorläufig aber bleiben, meines Erachtens, folgende wichtige Fragen zu beantworten:

1. Sind die von *Lamarckiana* gebildeten neuen Formen Mutanten oder analytische Varietäten?
2. Falls sie ihr Dasein nicht einer früheren Kreuzung verdanken, so fragt sich, ob sie auf einer Heterogenese von Gameten beruhen, oder auf einer seltenen Kombination normaler Gameten.

Mit meiner Vermutung von einer möglichen früheren Kreuzung als Ursache der von DE VRIES nachgewiesenen Mutabilität von *Oenothera Lamarckiana* stehe ich nicht allein. In seinem Report to the Evolution Committee, London 1902, p. 153 sagt BATESON:

„We cannot avoid expressing a doubt whether the wonderful series of „mutations“ which DE VRIES has lately recorded from *Oenothera Lamarckiana* do not fall under suspicion that they may owe their origin to some unsuspected original cross. Nothing can take away the extraordinary interest which attaches to these experiments, but until it has been shown in the clearest way that the *Lamarckiana* which gave rise to the „mutants“ is a genuine uncrossed form we must feel hesitation in accepting the conclusion which DE VRIES has drawn from the facts.

This possibility is strengthened by the fact which Professor DE VRIES has told us, that the pollen of his *Lamarckiana* contains deformed grains, a point which is also mentioned by Pohl (Österr. Bot. Ztschr. 1895, Bd. XLV, p. 212) in a paper to which DE VRIES refers (l. c. p. 153).

On the other hand we can scarcely suppose crossing to be the only cause determining the production of heterogeneous gametes, or in other words, variation in sexual descent."

Wenden wir uns zu den

Unfruchtbaren Arten.

An erster Stelle steht die *Oenothera lata*, welche rein weiblich ist und also stets mit einer anderen Art gekreuzt werden muß. Mit *O. Lamarckiana* gekreuzt, liefert sie im Mittel 20 Proz. *O. lata*, im günstigsten Falle 45 Proz. Nehmen wir einen noch etwas höheren Wert: 50 Proz. an, und verfolgen wir die Schicksale unserer Pflanzen, falls auf einem Grundstück jährlich 1000 Pflanzen zur Entwicklung gelangen.

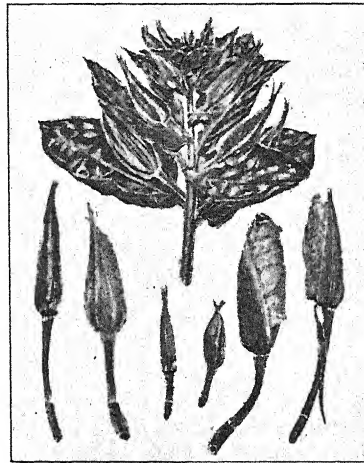


Fig. 101. *Oenothera lata* (nach DE VRIES). Gipfel eines Stengels mit Blütenknospen in den Achseln der sehr breiten Brakteen. *a, b, c* einzelne Knospen in verschiedenen Graden der Ausbildung: *A, B, C* Knospen von *Oenothera Lamarckiana* in den entsprechenden Entwicklungsstadien. Die *Lata*-Knospen zeigen sich stets bedeutend dicker als die von *O. Lamarckiana*.

B b A a c C

Die ursprüngliche *O. lata*, mit *O. Lamarckiana* gekreuzt, würde also ergeben, in der:

1. Generation	500 <i>O. lata</i>	500 <i>O. Lamarckiana</i>
2. "	250 "	750 "
3. "	125 "	875 "
4. "	62 "	938 "
5. "	31 "	969 "
6. "	15 "	975 "
7. "	7 "	993 "
8. "	4 "	996 "
9. "	2 "	998 "
10. "	1 "	999 "
11. "	0 "	1000 "

so daß diese Form, wenn sie nicht von neuem entstände, ohne Selektion höchstens 11 Jahre fortbestehen könnte.

Eine solche Form könnte nur konstant werden, wenn sie die Sterilität der Antheren überwinden könnte; das ist a priori nicht unmöglich, da ihre Sterilität, wie wir sahen, auf einer Wucherung der Tapetenzellen, also auf einer Art Krankheit beruht und es ist nicht gesagt, daß diese Krankheit nicht zu heilen ist.

Partielle Sterilität kommt bei allen *Oenotherae* aus der Gruppe, zu welcher *O. Lamarckiana* gehört, vor, bei *O. biennis*, bei *O. muricata* und bei *O. Lamarckiana* selber; bei ihr ist sogar öfters $\frac{1}{3}$ des Pollens steril!

O. subovata ist vollständig steril, und *O. fatua* bildet zwar Infloreszenzen, aber keine Blüten, solche vollkommen sterile Formen haben selbstverständlich für Evolutionstheorien keinen Wert.

Nachdem wir also das Auftreten von Mutationen verfolgt haben, bleibt die Frage zu erörtern, was wir über das Auftreten der Mutationen sagen können.

Das wiederholte Auftreten der Mutationen in verschiedenen Generationen der *O. Lamarckiana*, bei Pflanzen, welche in keinerlei Hinsicht vom Typus dieser Art abweichen, ist nur dadurch zu erklären, daß die Mutationen kryptomer in der *Lamarckiana*-Pflanze vorhanden sind.

DE VRIES gelangt nun zu folgendem Resultat:

Am Anfang seiner Beobachtungen im Jahre 1886, waren die Eigenschaften der später in seinen Kulturen aufgetretenen neuen Arten bereits in latentem Zustande vorhanden, sie blieben in seinen Kulturen während vieler Generationen latent und traten nur von Zeit zu Zeit, hauptsächlich in sehr großen Aussaaten ans Licht.

Das Vermögen zu mutieren ist also eine erbliche Eigenschaft der *O. Lamarckiana* und eine, welche sie überdies auf ihre Mutanten übertragen kann, wenn auch in geringerem Grade, denn auch die Mutanten produzieren Mutanten und zwar öfters dieselben, welche von *O. Lamarckiana* erzeugt werden, vielleicht sogar nie andere.

Es folgt daraus nach DE VRIES, daß, wenn ein bestimmter Mutant aktiv wird, die anderen alle latent bleiben können.

Kann das Vermögen, einen bestimmten Mutanten hervorzubringen, nun nie verloren gehen? Wahrscheinlich wohl, wenigstens traten *O. laevifolia* und *O. brevistylis*, welche DE VRIES in Hilversum fand, nie wieder in seinen Kulturen auf, selbstverständlich bleibt aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sie so selten sind, daß zur Demonstration ihres Auftretens noch weit größere Kulturen als die von DE VRIES nötig wären.

Das Resultat, wozu DE VRIES gelangte, ist also, daß *O. Lamarckiana* sozusagen voll latenter Eigenschaften steckt, welche sie von Zeit zu Zeit abwerfen kann; sie treten dann als Mutationen ans Licht.

Ebenso kann sie vielleicht von Zeit zu Zeit auch *Lamarckiana* ähnliche Pflanzen abwerfen, denen eine oder mehrere dieser latenten Eigenschaften fehlen und welche also in dieser Hinsicht aus der Mutationsperiode herausgetreten sind. Überleben schließlich nur solche Individuen, so ist die Mutationsperiode zu Ende.

Auf der Vermutung einer früheren Kreuzung fußend, läßt sich dies also ausdrücken:

Die Mutanten waren in den Hilversumer *Lamarckianae* kryptomer vorhanden, entweder als solche oder in der Gestalt eines zusammengesetzten Allelomorphs. Bei weiterer Kultur werfen sie diese fremde Beimischung ab, und gelänge es ihr sie ganz abzuwerfen, so wäre sie von dem Einfluß der Kreuzung gereinigt und wieder echte *Lamarckiana*, welche dann aber auch selbstverständlich das Mutationsvermögen verloren hätte.

Ich fürchte, daß dies gerade so gut das Auftreten von „Mutanten“ erklären würde.

Daß bei der *Oenothera Lamarckiana* nicht nur Mutanten auftreten, sondern in latentem Zustande überdies allerlei partielle Veränderungen vorhanden sind, welche von Zeit zu Zeit sich zeigen, wie Ascidien, Fasciationen, penta- und polymere Blüten, Tricotylie, Buntblättrigkeit etc. spricht selbstverständlich weder für die eine, noch für die andere Auffassung.

DE VRIES sagt aber mit Recht, daß nicht der Nachweis solcher latenten Eigenschaften das Wichtigste ist, sondern daß es darauf ankommt, festzustellen, wie diese entstanden sind.

Diese Entstehung ist nämlich der Anfang der Mutationsperiode und DE VRIES deutet die Entstehung der neuen Eigenschaften mit dem Namen Prämutation an.

Die Prämutation kann also bereits vorbei sein, wenn wir die Mutation wahrnehmen.

„Man kann annehmen,“ sagt DE VRIES, „daß die sämtlichen Anlagen, welche in einer Mutationsperiode zur Schau treten, nach und nach entstehen, oder daß solches mit einem Male stattfindet. Es wäre möglich, daß die ganze Gruppe von neuen Anlagen im Leben eines einzigen Individuums ausgebildet wird, vielleicht gar in der kurzen Zeit seines sexuellen Lebens. Es wäre aber auch möglich, daß mehrere Individuen oder Generationen dazu erforderlich sind.“

DE VRIES meint, daß die Mutationen infolge einer Kombination von extrem-günstigen und extrem-ungünstigen Bedingungen auftreten.

So meint er, daß man vielleicht Resultate erhalten wird:

1. Wenn man sehr schwache Knospen, Zweige oder Blüten aussucht und diese besonders stark ernährt.

Er kommt zu dieser Meinung durch die Beobachtung, daß durch starke Ernährung aus ruhenden Knospen entstandene Wassersprossen öfters latente Merkmale manifestieren, z. B. die bekannten Zwischenformen zwischen Dornen und Blättern bei *Berberis*.

2. Durch das Aussäen (in reichlich gedüngten Boden) von Samen, welche auf kleinen, späten Seitenzweigen höherer Ordnung entstanden sind.

Nach DE VRIES geht also jeder Mutationsperiode eine Prämutationsperiode voraus, während welcher die latenten Eigenschaften, welche sich später als Mutationen manifestieren, unter dem Einfluß äußerer Bedingungen entstehen. Über die eigentliche Ursache der Prämutationsperiode wissen wir nichts.

Selbstverständlich ist die Hypothese der Prämutationsperiode nur nötig, wenn die von DE VRIES beobachteten Mutanten wirklich Mutanten sind; sollte es sich herausstellen, daß sie analytische Varietäten im Sinne BATESONS sind, so ist natürlich die Hypothese einer Prämutationsperiode überflüssig, da es sich dann nicht um das Neuentstehen von Eigenschaften handelt, sondern nur um die Manifestation präexistierender Eigenschaften.

Fünfzehnte Vorlesung.

Die Natur der Mutanten.

Die Eigenschaften der Mutanten sind an einen erblichen Träger gebunden, p. 238. Kreuzungen: unisexuelle und bisexualle, p. 239. *Oenothera biennis* \times *O. muricata*, p. 239. Mutant \times Mutant, p. 240. Mutant \times Mutterart in der Mutationsperiode, p. 240. Mutant \times Mutterart nach Beendigung der Mutationsperiode, p. 240. Kreuzungen in der Mutationsperiode, p. 241. Erbzahlen, p. 243. Einfluß der Samenkraft auf die Erbzahlen, p. 244. Einfluß der Pollenkraft auf die Erbzahlen, p. 245. Was fehlt noch an der einwandfreien Demonstration der Mutanten?, p. 247. BATESONS meristische Variationen, p. 249. Vielgipfelige Kurven als Zeichen einer Mischung oder Vermischung mehrerer Sippen, p. 250. Halbe Kurven als Zeichen einseitiger Variation, p. 252. Halbe Kurven verraten meistens die Anwesenheit einer Halbasse, p. 255. Halbassen, Mittelassen und konstante Varietäten, p. 255. Zusammenfassung von DE VRIES' Resultaten, p. 258. Progressive und regressive Mutationen, p. 259. Latenz, Semilatenz und Aktivität der Anlagen, p. 260. Vikariierende Merkmalspaare, p. 260. Arten und Varietäten, p. 260. Entstehung neuer Arten, p. 261. Résumé des bis jetzt Behandelten, p. 262.

Stellen wir uns auf DE VRIES' Standpunkt, daß die Mutanten Manifestationen neuer Eigenschaften sind, so fragt sich: ist der Mutant das Resultat einer Veränderung eines einzigen erblichen Trägers (Allelomorphs) oder von Veränderungen vieler Units?

DE VRIES meint, daß sämtliche Eigenschaften eines Mutanten von einem erblichen Träger abhängen und zwar daß ein Mutant einen erblichen Träger mehr oder weniger besitzt als die Art, aus welcher er entstand.

Damit ist ein großer Unterschied zwischen einem Mutanten und einer Varietät gegeben.

Nach DE VRIES nämlich besitzt ein Mutant einen erblichen Träger mehr oder weniger die Varietät aber geradeso viel erbliche Träger als die Art; nur daß bei der Varietät der Träger einer Eigenschaft in bezug auf dieselbe latent ist. Kreuzen wir also eine Varietät mit der Art, aus welcher sie entstand, so wird die Zahl der Eigenschaftsträger in der Hybride grade sein, bei Kreuzungen von Mutanten mit der (aus der Mutationsperiode hinausgetretenen) Mutterart wird die Zahl der Eigenschaftsträger im Bastard ungerade sein.

Im ersteren Falle sind also sämtliche Träger erblicher Eigenschaften gepaart, im zweiten Falle bleibt einer ungepaart.

Daraus folgt, daß bei Kreuzungen zwischen einer Art und ihrer Varietät:

1. kein Grund vorhanden ist, eine Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit zu erwarten, da sämtliche Eigenschaftsträger gepaart sind;
2. es indifferent ist, wer als Vater und wer als Mutter benutzt wird, da das abweichende Eigenschafts paar in beiden Fällen aus einem aktiven und einem latenten Unit besteht;
3. das abweichende Paar das Merkmal desjenigen Elters zur Schau tragen wird, bei welchem der betreffende Träger aktiv war, m. a. W. daß jener Elter dominieren wird;
4. da nach DE VRIES' Auffassung das betreffende Merkmal in der Varietät latent, in der Art aktiv ist, die Art dominieren wird.

Das nämliche gilt selbstverständlich für Hybriden zwischen zwei Varietäten, welche nur in einem Merkmal verschieden sind, für die MENDELSchen Monohybriden.

Ganz anders aber bei Mutanten, denn zwei Mutanten können nicht nur in einem Merkmal verschieden sein. Jeder hat einen Eigenschaftsträger mehr als die Art, von welcher er abstammt, in der Hybride zwischen zwei Mutanten werden also zwei ungepaarte Träger vorhanden sein.

Im letzteren Falle kann ich mir a priori drei Möglichkeiten denken: entweder beide Träger werden latent, in welchem Falle die Hybride von der Mutterart nicht zu unterscheiden ist, oder der eine dominiert, in welchem Falle die Hybride dem einen der beiden Mutanten gleicht, oder sie kombinieren sich, indem beide aktiv bleiben, in welchem Falle eine Mittelform hervorgeht.

Bevor wir nun DE VRIES' Resultate mit Kreuzungen von Mutanten verfolgen, ist es von Wichtigkeit festzustellen, welche Verschiedenheiten bereits zwischen Varietätshybriden und Arthybriden resp. Unterart-hybriden bekannt sind.

Bei den ersteren sind selbstverständlich sämtliche Eigenschaften gepaart, wir sprechen deshalb bei ihnen von bisexuellen Kreuzungen, bei den letztern sind wohl immer ein oder mehrere ungepaarte Eigenschaftsträger vorhanden, denn die Zahl der erblichen Eigenschaften ist in diesem Falle bei beiden Eltern verschieden; sie werden deshalb unisexuelle Kreuzungen genannt.

Die Bekanntschaft der bisexuellen Kreuzungen haben wir bereits bei der Besprechung der MENDELSchen Hybriden gemacht. Werfen wir jetzt einen flüchtigen Blick — wir kommen später bei den Evolutionstheorien hierauf zurück — auf die

Unisexuellen Kreuzungen.

Diese sind also Kreuzungen bei welchen eine oder mehrere Eigenschaftsträger ungepaart bleiben.

Diese ungepaarten Träger scheinen — es ist ganz unklar in welcher Weise — die Fruchtbarkeit der Hybriden zu beeinträchtigen, ja öfters zur gänzlichen Sterilität zu führen.

Eine andere Eigentümlichkeit der Arthybriden ist diese, daß sie meistens eine mehr oder weniger genaue Zwischenform zwischen den Eltern bilden, und daß diese Zwischenform bei Selbstbestäubung konstant bleibt, ohne auf einen der Eltern zurückzuschlagen.

Das ist die Regel; allerlei Ausnahmen kommen vor; es können sogar vegetative Spaltungen auftreten z. B. bei *Cytisus Adami*, einer Hybride zwischen *Cytisus Laburnum* und *Cytisus purpureus*, bei welcher ganze Zweige ganz dem *Laburnum*, andere ganz dem *purpureus* gleich sein können, während wieder andere zur Hälfte *purpureus*, zur Hälfte *Laburnum* gleich sind.

Als ein Beispiel einer Kreuzung zwischen zwei elementären Arten sei die von DE VRIES ausgeführte zwischen *Oenothera biennis* und *O. muricata* erwähnt. Die reziproken Bastarde sind verschieden, sie ähneln beide mehr der Pollenpflanze als der Eipflanze d. h. also, wenn man *O. biennis* als Vater benutzt, ähnelt der Bastard mehr der *O. biennis*, benutzt man *O. muricata* als Vater, so ähnelt er mehr der *O. muricata*. Aber in beiden Fällen zeigt er Merkmale von beiden, er spaltet weiter nicht, sondern bleibt konstant, und ist wenig fruchtbar.

Aus der Kreuzung von *O. biennis* und *O. muricata* entsteht also eine wenig fruchtbare aber konstante Zwischenform, welche verschieden ist je nachdem die eine oder die andere elementäre Art als Pollenpflanze benutzt wird, aber welche immer mehr dem Vater als der Mutter gleicht.

Über seine weiteren Kreuzungen in dieser Hinsicht sagt DE VRIES in seinem letzten Buche:

„The genus *Oenothera* is to a large degree devoid of varietal characteristics especially in the subgenus *Onagra*, to which *biennis*, *muricata*, *Lamarckiana* und some others belong. On the other hand it seems to be rich in elementary species, but an adequate study of them has not yet been made. Unfortunately many of the better systematists are in the habit of throwing all these interesting forms together, and of omitting their descriptive study. I have performed a large number of crosses between such undescribed types and as a rule got constant hybrid races. Only one or two exceptions could be quoted as for instance the *Oenothera brevistylis* which in its crosses always behaves as a pure retrogressive variety.

Instead of giving an exhaustive survey of (these) hybrids, I simply cite my crosses between *O. Lamarckiana* and *biennis*, as having nearly the aspect of the last named species, and remaining true to this in the second generation without any sign of reversion or of splitting. I have crossed another elementary species, the *Oenothera hirtella* with some of my new and with some older Linnean species and got several constant hybrid races.“

Wir haben also den Unterschied zwischen bisexuellen und unisexuellen Kreuzungen kennen gelernt, und es fragt sich nun, ob wir davon Gebrauch machen können um zu entscheiden, ob die Mutanten als elementäre Arten oder als Varietäten anzusehen sind.

Da fragt sich in erster Linie, was man, sich auf DE VRIES' Auffassung der Mutanten stützend, bei Kreuzungen mit ihnen erwarten kann.

Da die Mutanten nach ihm einen Eigenschaftsträger mehr oder weniger besitzen als die Art, aus welcher sie entstehen, sind Kreuzungen zwischen zwei Mutanten offenbar unisexuelle dihybride Kreuzungen, und würde man also in F_1 eine konstante Zwischenform erwarten.

Kreuzt man den Mutanten mit der ausmutierten Mutterart, so hat man offenbar mit einer unisexuellen monohybriden Kreuzung zu tun, und würde man also ebenfalls in F_1 eine konstante Zwischenform erwarten.

Kreuzt man dagegen den Mutanten mit der noch mutierenden Mutterart, d. h. mit der Form, bei welcher der aktive Merkmalsträger des Mutanten noch latent vorhanden ist, so hat man offenbar mit einer bisexuellen monohybriden Kreuzung zu tun und erwartet man also: in F_1 Dominanz von einem der beiden Eltern und in F_2 Spaltung.

Von allen diesen Erwartungen trifft nun leider die letzte nur zu, wenn *Brevistylis* und *Laevifolia* mit der *Lamarckiana* gekreuzt werden, und gerade für *Brevistylis* und *Laevifolia* hätte man hoffen können, mit *O. Lamarckiana* konstante Hybriden zu erhalten, denn es scheint, daß in bezug auf diese Formen die *O. Lamarckiana* ausmutiert hat; sie traten wenigstens in DE VRIES' Kulturen nicht mehr auf.

DE VRIES meint nun, daß in der *O. Lamarckiana* zwar noch die Merkmalsträger für *Brevistylis* und *Laevifolia* vorhanden sind, aber in nicht mehr mutabilem Zustande.

Wir sahen bereits, daß leider keine von obenstehenden Erwartungen zutrifft. Es zeigt sich im Gegenteil, daß

Kreuzungen in der Mutationsperiode

einer ganz besonderen, bis jetzt nicht bekannten Gruppe von Erscheinungen angehören.

Ob man zwei Mutanten miteinander kreuzt, oder ob man einen Mutanten mit der noch mutierenden Mutterart kreuzt, d. h. mit einer Form, bei welcher der aktive Merkmalsträger des Mutanten latent aber mutabel vorhanden ist, im allgemeinen erhält man in beiden Fällen Pleiotypie in F_1 und Konstanz der dort auftretenden Formen in den weiteren Generationen, Ausnahmen kommen vor, z. B. bei der Kreuzung von *Rubrinervis* und *Nanella*, wo in F_1 nur geringe Pleiotypie, bloß Dimorphie, und in F_2 Spaltung auftritt, was wohl damit zusammenhängt, daß die *O. rubrinervis* die Fähigkeit verloren hat, *O. nanella* hervorzubringen, und das *Nanellamerkmal* also nicht in mutabilem Zustande bei ihr vorhanden ist.

Im allgemeinen aber ist charakteristisch für Kreuzungen in der Mutationsperiode, seien sie dihybride (Mutant \times Mutant) oder monohybride (Mutant \times mutabele Mutterart), daß Pleiotypie in F_1 und Konstanz in F_2 auftritt.

Ist dies nun als ein Auftreten konstanter eigenartiger Zwischenformen zu deuten? Die Schwierigkeit der Beantwortung dieser Frage liegt darin, daß die auftretenden Formen keineswegs als Hybriden zu erkennen, sondern den Eltern und der Mutterart vollkommen gleich sind.

Kreuzt man z. B. *Oenothera lata* mit der *O. nanella*, so erhält man in F_1 Pleiotypie und zwar Trimorphie; es entstehen *O. lata*, *O. Lamarckiana* und *O. nanella*, jede der in F_1 auftretenden Formen bleibt bei Selbstbestäubung konstant, nur in diesem Falle kann dies für *O. lata* nicht direkt bewiesen werden, da sie selbst steril ist; da sie sich aber bei Kreuzungen genau so verhält, wie die ursprünglichen *O. lata*, ist an ihrer Konstanz wohl nicht zu zweifeln.

Die Erscheinung der Pleiotypie in F_1 ist für uns nichts Neues, wir haben früher gesehen, daß auch bei MENDEL-Fällen Pleiotypie in F_1 auftritt, aber dann trat in F_2 Spaltung auf. Das Eigentümliche der Kreuzungen in der Mutationsperiode liegt darin, daß die in F_1 auftretenden Formen konstant sind.

DE VRIES betrachtet nun diese in F_1 auftretende Formen als eine Art konstanter Hybriden, als Hybriden von denen er sagt: „Ihre Bastardnatur geht nur aus ihrer Entstehungsweise, nicht aus ihren sichtbaren



O. lata, *O. Lamarckiana*, *O. nanella*.

Fig. 102. *Oenothera lata* \times *nanella*. Die drei aus der Kreuzung entstehenden Formen (nach DE VRIES).

Eigenschaften hervor.“ Damit gesteht er aber, da Lamarckiana sich unter den in F_1 auftretenden Formen befindet, daß er eine hybride Lamarckiana nicht von einer nicht-hybriden unterscheiden kann, was für die Wertschätzung der Mutanten von Wichtigkeit ist.

Pleiotypie kann selbstverständlich nur auftreten, wenn eine oder beide Eltern mehr als eine Art von Gameten¹⁾ bildet. Ob aber die auftretenden Formen Hybriden sind, hängt davon ab, ob homogene oder heterogene Gameten miteinander paaren. Nun hat man hier, wie es scheint, mit einer Paarung homogener Gameten zu tun, denn die auftretenden Formen betragen sich nicht als eine Heterozygote, da sie bei Selbstbefruchtung konstant sind. Um sie als Bastarde, wie DE VRIES will, zu betrachten, muß man schon seine Zuflucht nehmen zu der Annahme einer vollständigen Monolepsis d. h. einer Hinneigung zu der Form von einem der Eltern in der Weise der Faux hybrides von MILLARDET.

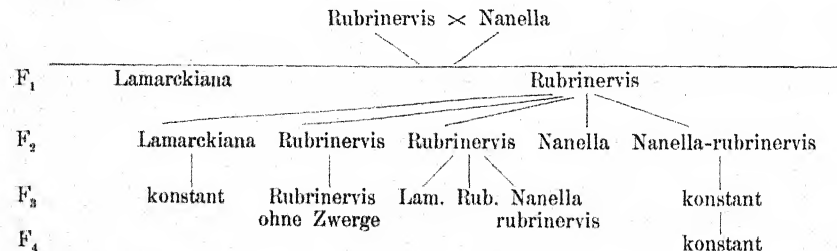
Meines Erachtens ist keineswegs bewiesen, daß die in F_1 auftretenden Formen hier Bastarde sind, wiewohl ich gleich gestehen muß, ihr Auftreten nicht ungezwungen aus der Gametogenese der Eltern erklären zu können.

Solange jedoch ihre Bastardnatur nicht feststeht, darf man sie nicht als konstante Zwischenformen, wie bei der Kreuzung zwischen Unterarten auftreten, betrachten.

Bei der Kreuzung von Rubrinervis und Nanella haben wir übrigens mit einem Fall von viel geringerer Pleiotypie in F_1 zu tun. Dort treten nicht beide Elterntypen auf, denn die Nanella fehlt, m. a. W. die Rubrinervis dominiert. Die Pleiotypie wird dadurch verursacht, daß neben ihr Lamarckiana sich findet, was uns nicht zu wundern braucht, weil man leicht verstehen kann, daß beide Eltern Lamarckiana-Gameten abwerfen. In F_2 entstehen nun aus den Rubrinervis-Pflanzen konstante Rubrinervis (DD-Pflanzen) spaltende Rubrinervis (DR-Pflanzen) und Nanella (RR-Pflanzen); hier liegt also eine MENDELSche Spaltung vor, daneben erscheinen aber wieder Lamarckiana und Nanella-rubrinervis-Pflanzen.

Jedenfalls hat dies mehr von einem etwas komplizierten MENDELschen Verhalten als von einem Auftreten konstanter Zwischenformen. Dies gibt DE VRIES auch zu, meint aber die Erklärung darin finden zu können, daß wir hier nicht mit einer eigentlichen Kreuzung zwischen zwei eigentlichen Mutanten zu tun haben, weil Rubrinervis die Nanella nicht mehr hervorbringen kann.

Der Fall läßt sich der Hauptsache nach durch folgendes Schema zurechtlegen:



1) Daß sie hier noch andere Gameten hervorbringen können, geht daraus hervor, daß neben den erwähnten drei Formen bisweilen auch die Lata-nanella-Kombination und verschiedene Mutanten auftreten.

Betrachten wir also die Erbzahlen einiger Mutanten.

16*

nahme einiger weniger Mutanten, aus *O. Lamarckiana* bestand. Also waren etwa $\frac{1}{4}$ *O. lata* und $\frac{3}{4}$ *O. Lamarckiana*. Bei Versuchen mit *Lata* anderer Abstammung wurde ungefähr dasselbe Resultat erhalten.

Bei weiteren Versuchen wurden auch Kreuzungen mit *O. Lamarckiana* aus gekaufter Saat, mit *O. semilata*, mit *O. nanella*, mit *O. brevistylis* ausgeführt.

DE VRIES schließt daraus, daß die Erbzahl der *O. lata* unabhängig ist von der Natur des Vaters, wenn dieser nur *O. Lamarckiana* oder ein aus dieser Art entstandener Mutant ist.

Wir gelangen also zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Erbzahlen der *O. lata* sind unabhängig von der Art des Pollens, falls dieses nur von *O. Lamarckiana* oder von einem der aus dieser entstandenen Mutanten, herrührt.
2. Die Erbzahl beträgt im Mittel 21—24 Proz.
3. Sie schwankt aber zwischen 4 und 45 Proz. In keinem Falle also fehlten die *Latae* vollständig in F_1 , in keinem Falle erreichten sie die Hälfte der Gesamtzahl der Individuen.
4. Die Resultate wurden an 91 verschiedenen Müttern erhalten.

Bei *O. nanella* gelangt DE VRIES zu dem Resultat, daß die Erbzahlen im allgemeinen dieselben sind wie die von *O. lata* und offenbar denselben Gesetzen gehorchen. Die mittlere Erbzahl beträgt hier 21 Proz.

Bei *Nanella* schwankt aber die Erbzahl bedeutend stärker. In einem Falle entstand aus der Kreuzung von *O. Lamarckiana* \times *O. nanella* keine einzige *Nanella*, alles war *Lamarckiana*, im anderen Extrem ergab *O. lata* \times *O. nanella* 55 Proz. *Nanellae*.

Was ist nun der Grund dieser sehr verschiedenen Erbzahlen bei verschiedenen Individuen?

Vereinigen wir alle für *O. lata* gefundenen Erbzahlen zu einer einzigen Gruppe, so erhalten wir:

4	5	7											
9	11												
13	13	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	17	
18	18	18	18	18	19	19	19	20	20	21	22	22	
23	24	24	24	25	26	26							
28	28	28	31	31	32	32	32						
35	37												
38	39	40											

Wie wir sehen, schwanken sie um einen Mittelwert, und bilden die Werte zusammen etwa eine Normalkurve.

Da wir nun früher sahen, daß solche Normalkurven ein Ausdruck kontinuierlicher Variabilität sind, welche in letzter Instanz von der Ernährung im weitesten Sinne abhängt, lag es auf der Hand zu untersuchen, ob die Erbzahl vielleicht von der größeren oder der geringeren Kräftigkeit der zur Kreuzung verwendeten Blumen abhängt.

Bei den *Oenotheren* nun sind die höchsten Blüten der Infloreszenz immer schwächer als die niedrigeren.

Bei Versuchen, wo DE VRIES *O. Lamarckiana* als Mutter, *O. nanella* als Vater benutzte, erhielt er folgende Erbzahlen für *O. nanella*:

			1. Gruppe (5 Pflanzen)	2. Gruppe (3 Pflanzen)
I (die oberen	5 Früchte)		12 Proz.	20 Proz.
II „ nächsten	5 „		11 „	21 „
III „ „	5 „		16 „	21 „
IV „ „	5 „		17 „	36 „
V „ „	5 „		18 „	34 „
VI „ „	5 „		21 „	28 „
VII „ unteren	5 „		37 „	22 „
im Mittel 19 Proz.				26 Proz.

Bei der ersten Gruppe, welche aus den schwächeren Pflanzen bestand, ist das Resultat sehr deutlich, je stärker die Früchte, um so höher die Erbzahl; bei der zweiten Gruppe, die der stärkeren Pflanzen, ist das Resultat weniger deutlich.

Dennoch meint DE VRIES, daß man schließen dürfe, daß, abgesehen von zahlreichen anderen Einflüssen, die Erbzahl um so höher ausfalle, je kräftiger die gekreuzten Blüten seien.

Noch auf anderem Wege konnte DE VRIES dieses Resultat erhärten. Er fragte sich, ob eine Frucht, welche viele keimkräftige Samen hervorbringe, mehr Nanellae erhalten würde als eine, welche wenige keimkräftige Samen enthalte.

Es wurde zu diesem Versuche eine Pflanze aus der zweiten Gruppe gewählt, mit folgendem Resultat:

Zahl der Keimpflanzen pro Frucht	Proz. O. nanella
90—100	44
80—90	33
70—80	31
60—70	29
50—60	14
40—50	13
20—40	10

Das Resultat ist recht instruktiv: je kräftiger eine Frucht ist, also je mehr Samen sie enthält, desto höher die Erbzahl. Es folgt also, daß die Abweichungen der Erbzahlen vom Mittel wenigstens zum Teil durch die Wahl der zur Kreuzung verwendeten Blüten erklärt werden können.

Es gibt noch einen anderen Weg zu eruieren, ob die individuelle Kraft einen Einfluß auf die Erbzahl ausübt. Bis jetzt untersuchten wir nur den Einfluß der Eizelle, wir können aber auch versuchen, den Einfluß des Pollens zu bestimmen.

Dazu bringt man auf die Narbe viel mehr Pollen als Eichen im Fruchtknoten vorhanden sind; die stärksten Pollenkörner werden dann, da sie zuerst keimen, sämtliche Eichen bereits befruchtet haben, bevor die Pollenschläuche der schwächeren Körner diese erreichen.

Stehen nun zu einem solchen Versuche nicht genügend Pollenkörner zur Verfügung, so kann man auch anders verfahren. Bringt man nämlich recht wenig Pollen auf die Narbe, so werden nicht nur die kräftigsten Pollenkörner Befruchtung verursachen können, sondern auch die schwächeren, und da man, je kleiner diese Quantität ist, desto weniger Chance hat, sehr starke Pollenkörner darunter zu haben, so wird man um so mehr Befruchtung durch schwache Pollenkörner erzielen, je weniger Pollen man nimmt.

Bei sehr geringen Pollenquantitäten erhielt DE VRIES als Erbzahl 0, also nur Lamarckiana-Pflänzchen; bei etwas mehr Pollen bei 8 Mutter-

pflanzen die Erbzahlen: 0, 0, 0, 1, 1, 2, 3, 5, sämtlich also weit unter dem Mittel.

Durch Auswahl der schwächsten Pollenkörner, kann man also die Erbzahl stark herunterdrücken.

Die Erbzahlen der übrigen Mutanten.

Für *O. rubrinervis* wurde gefunden:

falls *O. lata* mit *O. rubrinervis* befruchtet wurde 5, 7, 8, 8, 9, 9,
 „ *O. Lamarckiana* „ „ „ „ „ 19, 24, 68, 74.

Für *O. oblonga*:

O. oblonga \times *O. brevistylis* ergab nur 36 Samen, die Erbzahl war 0,
O. „ \times *O. nanella* „ „ 15 „ „ „ 0.

Für *O. scintillans*:

O. scintillans \times *O. nanella* ergab 23 und 24 als Erbzahl für *scintillans*,
O. „ ♂ \times *O. Lam.* ♂ „ 27 „ „ „ „
O. „ ♂ \times *O. Lam.* ♀ „ 0 „ „ „ „

Die Erbzahlen 23, 24 und 27 von *O. scintillans* stimmen also so ziemlich mit denen von *O. lata* und *O. nanella* überein; dies ist auffallend, weil *O. scintillans* selber nicht konstant ist. Bei Selbstbefruchtung nämlich ergaben die hier verwendeten *Scintillans*-Pflanzen nur 35 Proz. *Scintillans*.

Mit *O. gigas* wurde nur ein Versuch angestellt. Sehr schwache *Lamarckiana*-Blüten, solche welche sich an der Spitze der Infloreszenz befanden, wurden mit Pollen von sehr starken *O. gigas*-Blüten, solche welche sich an der Basis der Infloreszenz entwickelten, befruchtet. Die Erbzahl der *O. gigas* war 100, die 60 Nachkommen sämtlich *O. gigas*. Die verschiedene Kraft beider Blütenarten führt vielleicht dieses Resultat herbei.

Trotzdem die Zahl der Wahrnehmungen zu gering ist um zu fest begründeten Resultaten zu führen, scheint daraus doch wohl zu folgen, daß die schwächeren Arten (*O. lata*, *O. nanella*, *O. scintillans* und *O. oblonga*) niedrige Erbzahlen besitzen, daß die Erbzahl von *O. rubrinervis*, einer Pflanze, welche etwa ebenso kräftig ist wie die *O. Lamarckiana*, sehr variiert, und daß *O. gigas*, welche stärker ist, in dem einen untersuchten Falle eine Erbzahl 100 besitzt.

Auch in diesen Fällen fragt es sich, ob die in F_1 auftretenden Formen konstante Bastarde oder reine Formen sind? Ein Fall wie der soeben behandelte von *O. gigas* läßt sich als reine Monolepsis deuten, oder als Homozygoten, bei welchen nur die von den *Lamarckiana*-Pflanzen gebildeten *Gigas*-Gameten, mit den *Gigas*-Gameten der *Gigas*-Pflanze zur Entwicklung gelangen, während die *Gigas*-*Lamarckiana*-Kombination nicht gelingt. Monolepsis ist, als die einfachere, wohl die wahrscheinlichere Erklärung. Ist aber die DE VRIESsche Auffassung richtig, daß hier in allen Fällen die in F_1 auftretenden Formen Bastarde sind, so zeigen sie aufs deutlichste, daß man nicht sehen kann, ob eine *Lamarckiana*-Pflanze eine Hybride oder eine reine Art, und noch viel weniger, ob sie eine Kombination *Lata* \times *Lam.* oder *rubrinervis* \times *nanella* z. B. ist.

Fassen wir nun unser Urteil über die DE VRIESSchen Mutanten zusammen, so hat DE VRIES meines Erachtens, nachgewiesen:

daß *Oenothera Lamarckiana*, eine Pflanze unbekannter Herkunft und Natur,

1. plötzlich konstante Formen ins Leben treten lassen kann, welche den Wert von Unterarten besitzen, z. B. *O. rubrinervis* und *O. gigas*. Diese lassen sich leicht von der Mutterart unterscheiden;
2. konstante Monstrositäten bilden kann, wie *O. nanella* und *O. lata*;
3. inkonstante Formen bilden kann, wie *O. sublinearis*, *scintillans* etc., welche bei Selbstbefruchtung bis auf einen Rest der Form selbst in eine erstaunliche Zahl konstanter Formen auseinanderfallen.

Die Wichtigkeit dieses Nachweises ist nicht hoch genug anzuschlagen und die zu überwindenden Schwierigkeiten waren so groß, daß wir für die Untersuchung die höchste Achtung haben.

Ist damit aber gesagt, daß die Demonstration der Mutantenentstehung einwurfsfrei durch DE VRIES erbracht wurde? Darauf muß die Antwort, meines Erachtens, leider verneinend lauten, denn um den Nachweis einwurfsfrei zu nennen, wäre zu beweisen, daß die Mutanten von DE VRIES auf der Bildung heterogenetischer Gameten beruhen, während, wie wir früher sahen, die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß wir mit dem Einfluß einer früheren Kreuzung zu tun haben, und daß die Mutanten analytische Varietäten im Sinne BATESONS sind, d. h. neue oder alte Kombinationen präexistierender Eigenschaften.

Die Kreuzungsversuche in der Mutationsperiode werfen hierauf kein Licht, da sie einer neuen Kategorie von Kreuzungen angehören, von welcher wir kein Analogon kennen. Ist die DE VRIESSche Auffassung der in F_1 auftretenden Typen als Bastarde aber richtig, so zeigen sie, daß eine Bastard-Lamarckiana nicht von der Lamarckiana, welche DE VRIES zum Nachweis der Mutation benutzte, zu unterscheiden ist.

Wir bezweifeln also keineswegs das plötzliche Auftreten konstanter Formen aus *O. Lamarckiana*; wir würden eine uns vorgelegte *O. rubrinervis* z. B. zweifellos für eine elementäre Art halten, aber es scheint uns der Nachweis, daß diese Formen ihre Existenz nicht einer früheren Kreuzung der *O. Lamarckiana* mit einer anderen Art verdanken, nicht erbracht. Wenn wir also die Demonstration der Mutanten noch nicht für einwandfrei halten, wollen wir damit jedoch ihre Existenz keineswegs leugnen, im Gegenteil scheint uns viel für ihre Existenz zu sprechen. Wir hoffen, daß es DE VRIES gelingen wird, diese einwandfrei nachzuweisen. Hauptursache unserer Skepsis ist der unbekannte Ursprung der *O. Lamarckiana* und die große Zahl steriler Eichen und Pollenkörner, ein Umstand, der sehr an ihre Bastardnatur denken läßt.

Fassen wir also die Resultate zusammen, so hat DE VRIES bewiesen:

1. daß *O. Lamarckiana* „Mutanten“ hervorbringen kann, d. h. konstante Formen, welche in mancher Hinsicht von der *O. Lamarckiana* verschieden sind, und elementären Arten gleichen, und daß viele dieser „Mutanten“ konstant sind;
2. daß die *O. Lamarckiana* die Anlagen zu jenen „Mutanten“ bereits latent besitzt;
3. daß zwei jener „Mutanten“ (*brevistylis* und *laevifolia*), mit der *O. Lamarckiana* gekreuzt mendeln, während die anderen sich

dabei in einer neuen Weise verhalten, da in F_1 Pleiotypie auftritt, und die in F_1 auftretenden Formen konstant sind. Sich dieses Verhalten aus der Gametogenese der Eltern zurechtzulegen, gelingt noch nicht ganz.

Und er nimmt an:

1. daß der Komplex von Eigenschaften, wodurch der Mutant von der Mutterart abweicht, die Manifestation des Einflusses eines einzigen erblichen Trägers ist;
2. daß ein Mutant einen erblichen Träger mehr (progressiver Mutant) oder einen erblichen Träger weniger (degressiver Mutant) besitzt als die Art, aus welcher er entstand. Während der Mutationsperiode ist dieser erbliche Träger aber bei der Art bereits latent vorhanden;
3. daß eine Varietät ebenso viele erbliche Träger besitzt wie die Art, aus welcher sie entstand, aber daß bei der Varietät einer dieser Träger latent ist.

Er hat aber noch nicht eruieren können:

1. was die Ursache der Mutation ist, da er noch keine Prämutation, d. h. die Entstehung des supposierten supernumerären erblichen Trägers hat beobachten können.
2. ob die Mutanten wirklich etwas Neues sind, oder nur analytische Varietäten, welche infolge einer früheren Kreuzung durch Abspaltungen aus der Lamarckiana entstehen.

Für die Auffassung der Mutanten als analytische Varietäten, d. h. also für die Auffassung, daß O. Lamarckiana ein Bastard sei, spricht:

1. die unbekannte Herkunft dieser Pflanze und die partielle Sterilität ihres Pollens und ihrer Eichen, 2. wenn wir annehmen, daß DE VRIES die in F_1 der Mutationskreuzungen auftretenden Formen mit Recht als Bastarde betrachtet, daß man zwischen den Bastard-Lamarckiana und der von DE VRIES kultivierten Lamarckiana nicht unterscheiden kann.

Dagegen spricht: daß wir keine Oenothera-Art kennen, welche die Eigenschaften aller Mutanten in sich vereinigt, und deren Kreuzung mit einer anderen Art also die O. Lamarckiana liefern könnte.

Dieses Argument wiegt aber nicht schwer, denn einer der beiden Eltern von Lamarckiana könnte einen zusammengesetzten Allelomorph, welcher in Hypallelomorphs auseinanderfällt, besessen haben, so daß die Mutanten je einen oder einige wenige Hypallelomorphs (im letzteren Falle zu einem weniger komplizierten, aber doch zusammengesetzten vereinigt) enthalten.

Summa Summarum bleibt also für einen einwandfreien Nachweis der Mutanten zu beweisen, daß O. Lamarckiana kein Bastard ist.

Wir haben also jetzt verschiedene Formen diskontinuierlicher Variabilität kennen gelernt, mehr oder weniger vollkommen ausgebildete Sprungvariationen und Mutanten. Nun gibt es noch eine noch weniger auffallende Kategorie als die Sprungvariationen, welche aber viel leichter zu demonstrieren ist als die Mutanten, die Gruppe von Erscheinungen, welche BATESON mit dem Namen meristische Varietäten belegt hat. BATESON (1894) unterscheidet zwischen meristischer Variation, d. h. einer Variation in Zahl oder symmetrischer Anordnung der Teile eines Organismus und substantiver Variation, d. h. Änderungen in der Konstitution oder Substanz der Teile selbst.

Ich führe folgende Sätze aus BATESONS interessanten Werke an: „A few simple illustrations may make the nature of these two classes of variations more clear. For example, then, the flower of a *Narcissus* is commonly divided into six parts, but through meristic variation it may be divided into seven parts or into only four. Nevertheless there is in such a case no perceptible change in the tissues or substance of which the parts are made up. All belong to and are recognizable as belonging to the same sort of *Narcissus*. On the other hand many *Narcissi*, *N. corbularia* for example, are known in two colours, one a dark yellow and the other a sulphur yellow, though the number of parts and pattern of the flowers are identical. This is, therefore, an example of a substantive variation.

Again the foot of a pig may, through meristic variation, be divided into five or six toes instead of into four; or, on the other hand, the number may, by absence of the median division between the digits III and IV, be reduced to three, though the tissues composing the toes may not in structure differ from the normal.

Again the tarsus of a cockroach (*Blatta*) may, through meristic variation, be divided into only four joints, instead of into five, the normal number, but the joints are still in substance or quality those of a cockroach.“

In seinem Buche, auf das ich hier verweisen muß, weist BATESON nun an zahlreichen Beispielen, bei 864 Arten, nach, daß diese meristische Variation diskontinuell ist, so daß es a priori nicht nötig ist, die Diskontinuität der Arten durch eine Selektion bestimmter Glieder einer kontinuierlichen Variationsreihe zu erklären, daß also der Ursprung der Diskontinuität der Natur, von welcher die „Art“ der Ausdruck ist, nicht notwendigerweise dem Einfluß der Umgebung oder der Anpassung zuzuschreiben ist, sondern in der Natur der Organismen, welche sich in der ursprünglichen Diskontinuität der Variation zeigt, selber liegen kann.

Wir kommen auf diese Frage später zurück; hier genügte es, auf das häufige Vorkommen meristischer Variationen hingewiesen zu haben.

Wir haben also gesehen, daß es außer der kontinuierlichen Variabilität mannigfache diskontinuierliche Variabilität gibt, und das letztere, falls DE VRIES' Mutanten sich als richtig herausstellen, in diesen ihren wichtigsten aber am schwierigsten nachweisbaren Ausdruck finden.

Wenn es nun noch irgend eine Form von Variabilität geben sollte, welche ebenso schwer oder noch schwerer als die Existenz von Mutanten zu beobachten wäre, so fragt sich, ob es vielleicht dennoch eine Möglichkeit gibt, diese Variabilitätsform zu entdecken.

Wir haben früher gesehen, daß bei kontinuierlicher Variabilität das Messen oder in anderer Weise Bestimmen einer Eigenschaft bei einer großen Anzahl von Individuen zu einer normalen Fehlerkurve mit einem Gipfel führt.

Bisweilen erhält man aber beim Messen einer solchen Eigenschaft an einer großen Anzahl willkürlich gesammelter Individuen einer LINNÉschen Art eine

Vielgipfelige Kurve.

Sehen wir einmal wie diese entstehen.

LUDWIG [1895] zählte die Zahl der Hauptstrahlen bei den Infloreszenzen (Schirmen) von *Torilis anthriscus*.

Auf dem Grasberg bei Schmalkalden führte dies zu folgendem Resultat:

Zahl der Strahlen	5	6	7	<u>8</u>	9	10	11	12	13
„ „ Individuen	1	11	18	45	28	20	5	4	1

Wir erhalten also eine normale Fehlerkurve mit dem Gipfel bei 8 (45 Exemplare): also haben wir hier eine Sippe, bei welcher die mittlere Zahl der Strahlen 8 beträgt.

Als er aber die Zahl der Strahlen bestimmte bei Pflanzen, welche in der Nähe des Schillertores bei Schmalkalden wuchsen, erhielt er:

Zahl der Strahlen	5	6	7	8	9	<u>10</u>	11	12	13
„ „ Individuen	—	1	5	8	13	25	12	5	2

Also gleichfalls eine normale Fehlerkurve, aber jetzt mit dem Gipfel bei 10. Wir haben hier also mit einer zehnstrahligen Sippe zu tun.

Was wird nun geschehen, wenn irgendwo zwei solche Sippen durcheinander wachsen, und man, ohne dies zu vermuten die Strahlen der willkürlich an einem solchen Orte gesammelten Individuen zählt? Auch das sehen wir aus LUDWIGS Versuchen.

An einem Fundort bei Schmalkalden, wo die 8- und die 10 strahlige Sippe durcheinander wachsen, fand er:

Zahl der Strahlen	5	6	7	<u>8</u>	9	<u>10</u>	11	12	13	14	15	16
„ „ Individuen	4	27	47	135	108	117	72	17	9	3	3	1

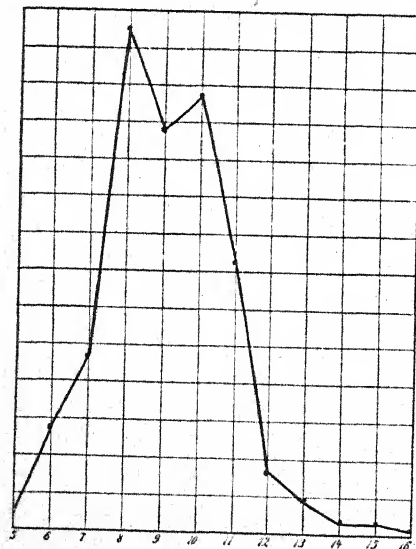


Fig. 103.

Konstruiert man diese Kurve, so erhält man nebenstehende Figur, welche deutlich zwei Gipfel zeigt.

Wir sehen also, daß eine Mischung zweier Sippen eine zweigipfelige Kurve zeigt.

Eine Mischung dreier Sippen zeigt eine dreigipfelige Kurve etc. Letzteres geht aus der folgenden Beobachtung LUDWIGS hervor. In einem Gebüsch auf dem Wolfsberg bei Schmalkalden, und später bei Greiz fand LUDWIG eine dritte strahlenarme Sippe von *Torilis anthriscus*, nämlich:

Zahl der	
Strahlen	3 4 <u>5</u> 6 7 8 9 10
Individ.	7 60 213 152 46 18 3 1

Also haben wir hier wieder eine Normalkurve mit einem Gipfel und zwar bei 5.

Wenn LUDWIG nun von der Existenz dieser 3 Sippen nichts gewusst hätte, und seine Zählungen an den verschiedenen Standorten zur Konstruktion einer Kurve für *Torilis anthriscus* benutzt hätte, würde er gefunden haben:

Zahl d. Strahlen	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Zahl d. Individ.	7	74	244	237	132	177	117	125	34	17	9	3	3	1

Er würde dann, da er bei seinen Beobachtungen 3 Sippen durcheinander betrachtet hätte, eine dreigipfelige Kurve gefunden haben mit Gipfeln bei 5, 8 und 10.

Wir haben also im allgemeinen gesehen, daß eine Mischung von x verschiedenen Sippen eine x -gipfelige Kurve liefert.

Darf man nun diesen Satz umkehren und sagen, daß eine vielgipfelige Kurve eo ipso zeigt, daß das bearbeitete Material aus mehr als einer Sippe besteht?

Auf keinen Fall, denn wenn die Zahl der Beobachtungen zu gering ist, erhält man gleichfalls vielgipfelige Kurven, sogenannte falsche vielgipfelige.

Man muß also immer Sorge tragen möglichst viele Beobachtungen zu einer Kurve zu vereinigen, und wenn daraus eine vielgipfelige Kurve hervorgeht, immer die Beobachtung an einer noch größeren Zahl von Individuen wiederholen, um zu sehen, ob dadurch die Vielgipfeligkeit vielleicht doch wieder verschwindet.

Aber auch wenn man mit einer echten mehrgipfeligen Kurve zu tun hat, darf man daraus noch nicht schließen, daß die von einem einfachen Gemisch zweier Sippen herrührt.

Einen interessanten Fall einer andren Ursache von Zweigipfeligkeit publizierte DE VRIES 1899 in den Berichten der Deutschen Bot. Gesellschaft.

Der Bitte DE VRIES' Folge leistend zählte LUDWIG in Thüringen die Zahl der Strahlenblüten bei einer großen Anzahl von Chrysanthemum segetum-Köpfchen.

Er fand:

Zahl der Strahlenblüten	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Zahl der Köpfchen	1	6	3	25	46	141	529	129	47	30	15	12	8	6	2

HEINSIUS führte ähnliche Zählungen in der Nähe von Vucht und Hintham, zwei Örtlichkeiten in Nordbrabant, aus und fand:

Zahl der Strahlenblüten	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Zahl d. Köpfch. bei Vucht	0	1	13	5	3	8	18	78	37	22	11	17	2	3	3	0
Zahl d. Köpfch. bei Hintham	1	0	9	9	8	15	14	33	9	4	1	0	1	0	0	0

In beiden Fällen also eine Sippe mit 13 Strahlenblüten im Mittel.

1892 kultivierte nun DE VRIES in Amsterdam Chrysanthemum segetum in einer Kultur aus durcheinander gemischten Samen verschiedener Provenienz. Er hatte sie nämlich von 20 verschiedenen botanischen Gärten erhalten.

Bei jedem Individuum wurde nur das Endköpfchen gezählt und DE VRIES fand:

Zahl der Strahlenblüten	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zahl der Individuen	1	14	13	4	6	9	7	10	12	20	1

Hier zeigen sich also zwei Gipfel, und folglich haben wir offenbar mit einer Vermischung einer Sippe mit 13 mit einer mit 21 Strahlenblüten im Mittel zu tun.

Mit einer Vermischung aber auch mit einer Mischung?

Schon auf den ersten Blick ist dies unwahrscheinlich, denn sowohl links wie rechts fällt die Kurve steil herunter, links nur eine Pflanze mit 12, und rechts nur eine mit 22 Strahlenblüten.

Bei einer einfachen Mischung zweier Sippen würde dies selbstverständlich nicht der Fall sein, da darin z. B. in der 13. Sippe die Pflanzen mit 6, 7, 8, 9, 10, 11 und 12 Strahlenblüten vorkommen müßten.

Es stellte sich nun bei weiterer Untersuchung heraus, daß die zweigipfelige Kurve nicht durch die Mischung der Samen aus den 20 botanischen Gärten entstand, sondern daß der Samen aus einem jeden dieser Gärten eine zweigipfelige Kurve hervorbrachte.

Folglich wird in sämtlichen botanischen Gärten ein zweigipfeliges *Chrysanthemum segetum* kultiviert, wenn ich mich, der Kürze halber, so ausdrücken darf.

DE VRIES versuchte nun, aus diesem zweigipfeligen *Chrysanthemum segetum* die 13strahlige Sippe zu isolieren.

Dazu rottete er beim Anfang des Blühens (das Endköpfchen öffnet sich zuerst) alle Pflanzen aus, welche im Endköpfchen mehr als 13 Strahlenblüten enthielten, und so behielt er ein Dutzend Pflanzen mit 12 oder 13 Strahlenblüten im Endköpfchen übrig.

Als später auch die Seitenzweige dieser Pflanzen zu blühen anfangen, zeigte es sich, daß bei weitem die meisten Köpfchen 13 Strahlenblüten enthielten, daneben aber höhere Zahlen vorkamen.

Als Resultat ergab sich:

Zahl der Strahlenblüten	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Zahl der Köpfchen	sehr viele	49	18	17	7	5	1	3	1	0

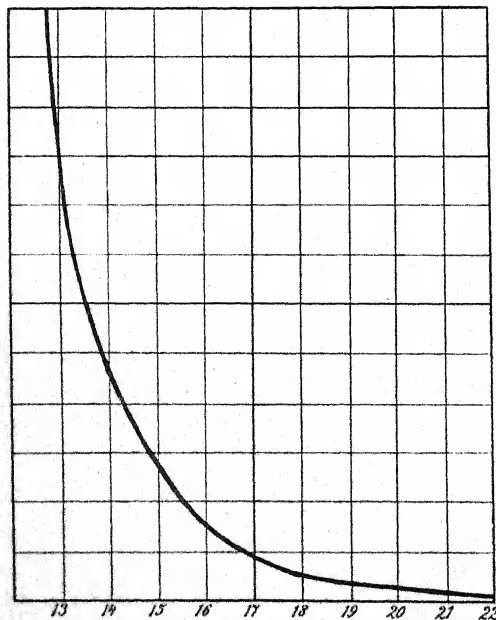


Fig. 104.

In Kurve gebracht:
Wie man sieht¹⁾: eine halbe Kurve.

Als DE VRIES nun die Samen dieser Pflanzen aussäte, zeigte es sich, daß die Nachkommen sofort eine Normalkurve bildeten, die 13. Sippe war isoliert, und jetzt traten auch wieder Pflanzen mit weniger als 13 Strahlenblüten im Köpfchen auf, und mit weniger als die geringste Zahl (12), welche in der ursprünglichen zweigipfeligen Kurve gefunden wurde.

1) Nach einiger Korrektion.

Nämlich:

Zahl d. Strahlenblüten 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
 Zahl d. Pflanz. (Endköpf.) 2 1 0 7 13 94 25 7 7 1 2 0 3 0

In entsprechender Weise, aber weniger leicht, gelang es die 21. Sippe zu isolieren.

Weitere Versuche, zu kompliziert um sie hier zu beschreiben, zeigten nun, daß kein einziges Individuum der ursprünglichen Aussaat rein war, sondern daß sie alle als Hybriden zwischen der 13strahligen und der 21strahligen Sippe zu betrachten sind. Dadurch traten Individuen mit weniger als 13 Blüten nicht auf, der Einfluß der 21strahligen Sippe war dazu zu stark.

Resümierend dürfen wir also sagen, daß eine echte vielgipfelige Kurve die Anwesenheit verschiedener Sippen verrät; und daß diese in einfacher Mischung vorhanden sein können, oder als Hybriden in Folge fortwährender Kreuzungen.

Wir lernten oben ein Beispiel von einer halben Kurve kennen; es drängt sich uns also die Frage auf, was eine solche halbe Kurve bedeutet.

Lernen wir zunächst einige weitere Beispiele solcher halben Kurven kennen:

Bei *Hilversum* zählte DE VRIES 1886 416 Blumen von *Caltha palustris* und fand:

Blumen mit	5,	6,	7,	8	Kronenblättern
Anzahl	12 Proz.,	21 Proz.,	6 Proz.,	1 Proz.	

Bei *Acer Pseudoplatanus* wurde die Zahl der Kammern pro Frucht gezählt:

Maximumzahl der Kammern pro Frucht	2	3	4
Anzahl	50	17	3

Bei *Weigelia amabilis*, einem gewöhnlichen Gartenstrauch, wurden 1890 an zwei Sträuchern 1167 Blumen gezählt, mit folgendem Resultat:

Kronenzipfel	3	4	5
Anzahl	61	196	888

Bei *Potentilla anserina* wurden eine größere Zahl Blumen gezählt und fand DE VRIES:

Blumen mit	3	4	5	Kronenblättern.
Anzahl	6	537	1819	

In all diesen Fällen erhält man halbe Kurven; eine halbe Kurve bedeutet also eine einseitige Abweichung, eine Variation in einer Richtung.

Diese Variation kann eine Vermehrung oder eine Verminderung der normalen Zahl sein.

Bei *Caltha* ist die normale Zahl 5, bei *Acer Pseudoplatanus* 2; die bei diesen Pflanzen beobachtete Variation beruht also auf einer Vermehrung; bei *Potentilla* ist die normale Zahl 5, die beobachtete Variation also eine Verminderung.

Konstruieren wir jetzt für einen Fall die Kurve.

1896 fand DE VRIES für *Ranunculus bulbosus*

Zahl der Kronenblätter	5	6	7	8	9	10	11
	312	17	4	2	2	0	0

was die auf der folgenden Seite gezeichnete Kurve liefert.

Wir haben hier also mit einer einseitigen Variation zu tun.

Welcher Art ist diese Variation? Ist die halbe Kurve ein Ausdruck kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Variabilität, d. h. von Sprungvariation in einer Richtung?

Die Antwort auf diese Frage geht aus folgendem hervor. Wenn wir mit kontinuierlicher Variation zu tun haben, müssen die Nachkommen dieser Pflanzen eine Normalkurve bilden, aber auch wenn es sich herausstellen sollte, daß dies der Fall wäre, würde damit noch nichts entschieden sein, denn auch wenn wir mit diskontinuierlicher Variation zu tun haben, können die Nachkommen eine Normalkurve bilden, da auch die stattfindende Sprungvariation kontinuierlich variabel sein kann.

Wie soll man denn da entscheiden? Wir müssen dann zunächst fragen, was das Merkmal der Art ist. Hier ist dasselbe 5 Kronenblätter. Wenn also die halbe Kurve nur ein Teil einer Normalkurve ist, werden die Nachkommen eine Normalkurve mit dem Gipfel bei 5 bilden müssen.

Ist die halbe Kurve dagegen der Ausdruck einer Sprungvariation, d. h. also, ist sie ein Teil einer Normalkurve von einer Form mit mehr als 5 Kronenblättern, so wird der Gipfel der Kurve der Nachkommen bei einer höheren Zahl als 5 liegen müssen.

DE VRIES wählte nun die Pflanzen mit der größten Kronenblätterzahl aus und fand nach einigen Generationen (Ber. D. bot. Ges., 1894, Bd. XII), daß er eine Normalkurve erhielt mit dem Gipfel bei 9 Kronenblättern.

Es blieb jetzt die Frage zu beantworten, ob 9 nun der richtige Gipfelpunkt wäre.

Dazu wurden die Samen in zwei Gruppen geteilt, die erste Gruppe wurde früh ausgesät und ergab:

Kronenblätter	5	6	7	8	<u>9</u>	10	11
Zahl der Blumen	409	532	638	690	764	599	414
Kronenblätter	12	13	14	15	(16—31)		
Zahl der Blumen	212	80	29	18	20		

Der Gipfel lag also auch hier bei 9.

Die zweite Gruppe wurde später ausgesät, wodurch sie sich in der besten Jahreszeit entwickeln konnte und also die beste Chance hatte, die Eigenschaft der neuen Varietät zur vollen Entwicklung zu bringen.

Das Resultat war:

Kronenblätter	5	6	7	8	9	<u>10</u>	11	12	13	14	15
Zahl d. Blumen	40	52	126	165	204	215	177	104	35	8	4

Der Gipfel der Kurve liegt also in der Tat nicht bei 9 sondern bei 10.

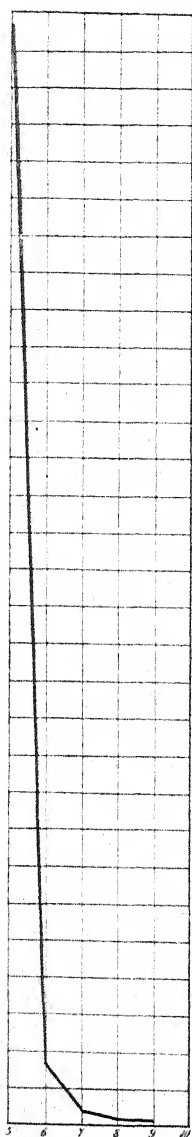


Fig. 105.

Die normale Zahl der Art ist 5, hier finden wir 10 Kronenblätter, die halbe Kurve deutete also das Auftreten einer „Verdoppelung“ an.

Die Verdoppelung kann mehr oder weniger vollkommen sein und ist also den Gesetzen der kontinuierlichen Variabilität unterworfen. Die Grenzen sind 0 und ∞ . Ist die Verdoppelung = 0, so ist die Zahl der Kronenblätter = 5; es können also nie weniger als 5 Kronenblätter auftreten, während dagegen nach der anderen Seite die Möglichkeiten unbegrenzt sind, wie z. B. aus dem seltenen Auftreten von 31 Kronenblättern hervorgeht.

Halbe Kurven sind demnach ein Zeichen des Auftretens von diskontinuierlicher Variation, und zwar öfters von einer Mutation, welche nicht vollkommen konstant ist. Solche inkonstante Mutationen nennt DE VRIES Halbrassen, so daß man sagen kann, daß die halben Kurven die Anwesenheit diskontinuierlicher Variation verraten und zwar meistens in der Form von Halbrassen.

Diese nicht vollkommen erblichen Varietäten, von welchen die Halbrassen ein Beispiel sind, sind noch sehr unvollständig bekannt und noch recht unverständlich. Sie scheinen aber sehr viel vorzukommen.

Über diese inkonstanten Varietäten gibt MOLL in seinem Referat von DE VRIES' Mutationstheorie im Biol. Zentralbl. eine so gute Übersicht, daß ich mich auf die bloße Wiedergabe derselben beschränken will. Für Weiteres muß ich auf DE VRIES' Buch verweisen, diese Formen sind meines Erachtens noch zu unklar um sie hier mit Erfolg zu behandeln.

Wir wollen dazu zwei Varietäten aus der Gattung *Trifolium* betrachten, nämlich *Trifolium incarnatum quadrifolium* und *Trifolium pratense quinquifolium*.

MOLL sagt darüber:

„Wie bekannt, findet man gelegentlich beim gewöhnlichen Klee ein vierzähliges Blatt. Aber wenn man die betreffende Pflanze isoliert, kommt man sehr oft bei der Kultur nicht weiter. Die Nachkommen sind gewöhnliche Kleepflanzen, welche, wie es auch in der Natur vorkommt, nur sehr gelegentlich ein mehrzähliges Blatt hervorbringen. In solchen Fällen hat man also ein latentes Merkmal gefunden, und zwar einen Rückschlag zu dem ursprünglichen, gefiederten Blatte der Papilionaceen, welcher sich nur höchst selten ausbildet.

Aber die Erfahrung hat gezeigt, daß ab und zu eine Pflanze mit einzelnen vierzähligen Blättern vorkommt, welche im Verborgenen eine Mutation erlitten hat, so daß das latente Merkmal mehr oder weniger aktiv geworden ist. Das verrät die Pflanze selbst nicht, aber ihre Nachkommen lassen bei Isolierung und besonders bei guter Ernährung das latente Merkmal mehr oder weniger regelmäßig hervortreten. Nun besteht in solchen Fällen in der Frequenz dieses Hervortretens zwischen den zwei oben genannten *Trifolium*-Varietäten ein gewisser Gegensatz, welcher durch die hier folgende Beschreibung deutlich werden wird.“

„*Trifolium incarnatum quadrifolium*. Von *Trifolium incarnatum* findet man in der Literatur keine vier- oder fünfzähligen Blätter erwähnt. Nichtsdestoweniger wollte DE VRIES versuchen, von dieser Pflanze eine konstant erbliche Rasse mit fünfzähligen Blättern herzustellen. Es war somit allererst nötig, eine Pflanze zu besitzen, welche wenigstens ein vierzähliges Blatt zeigen würde. Er säte 1895 gekaufte Samen in großer Zahl und fand unter 1000 Keimpflanzen zwei trikotyle und eine mit 4 Kotyledonen. Nach den Prinzipien der Korrelation zwischen ver-

schiedenartigen Anomalien waren bei den Nachkommen dieser Pflanzen vielleicht mehrzählige Blätter zu erwarten, und darin wurde er nicht getäuscht, ja die tetrakotyle Keimpflanze selbst zeigte im erwachsenen Zustande schon ein vierzähliges und ein fünfzähliges Blatt. Im nächsten Jahre fand er bei den Nachkommen der drei obenerwähnten Pflanzen, welche nebeneinander geblüht hatten, mehrere mit einem oder mehr vierzähligen Blättern und zumal die Nachkommen der tetrakotylen Pflanze zeichneten sich dadurch aus. Nur diese wurden weiter kultiviert. Das neue Merkmal war also erblich und die Kultur konnte fortgesetzt werden. Das 1896 erhaltene Resultat für die 90 Nachkommen der tetrakotylen Mutter findet man in der nachfolgenden Tabelle verzeichnet. Es fanden sich im Mittel etwa 100 Blätter pro Pflanze vor.

Anzahl der mehrzähligen Blätter pro Pflanze	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Individuen	58	10	12	4	2	2	1	0	0	1

Es bildet die Anomalie somit eine halbe Kurve, deren Gipfel die Pflanzen ohne abnormale Blätter bilden; die Anomalie ist also nur in geringem Grade erblich.

Die Kultur wurde nun bei guter Ernährung und mit fortwährender Selektion der besten Erben fortgesetzt. Die Auslese war sogar eine sehr scharfe, denn als gute Erben würden nur diejenigen Keimpflanzen weiter gezüchtet, deren erstes Blatt, das sogenannte Primordialblatt, zwei- oder dreischiebig war, bei denen die Periode der Anomalie also sehr weit ausgedehnt war. Aber nichtsdestoweniger war der Erfolg ein unbedeutender. 1898 erhielt er ein Resultat, das in nachstehender Tabelle verzeichnet ist

Anzahl der mehrzähligen Blätter pro Pflanze	0	1	2	3	4	5
Individuen	188	29	7	1	1	1

Also ein Resultat, das dem 1896 erhaltenen noch ein wenig nachsteht. 1899 wurden bei schärfster Auslese auf 120 blühenden Pflanzen 45 ohne die Anomalie gefunden und 55 mit derselben, daß heißt 27 mit einem einzigen abnormalen Blatte, 28 mit deren 2 bis 4. Es wurde also deutlich, daß keine Aussicht auf bedeutende Erfolge vorhanden war und daß das gesteckte Ziel, die Ausbildung einer konstant erblichen fünfblättrigen Rasse, auf diese Weise wenigstens unerreichbar war. In vier Generationen war es bei guter Ernährung und schärfster Auslese nicht weiter gekommen, als daß etwa die Hälfte der Pflanzen einzelne mehrscheibige Blätter trug, und die Zahl der Scheiben pro Blatt war höchstens fünf.

Eine solche Rasse, bei der die Anomalie zwar nicht ganz latent ist, wie bei der ursprünglichen wilden Art, aber doch nur relativ wenig hervortritt, bei der also die Anomalie nur in geringem Grade erblich ist, nennt nun DE VRIES eine Halbrasse.

Das abnormale Merkmal, das die Halbrasse charakterisiert, bezeichnet er als semilaten. Die Halbrasse betrachtet er als durch Mutation aus der gewöhnlichen Art entstanden. Beim statistischen Studium der Nachkommenschaft der Halbrasse ergibt sich eine halbe, nicht zweischenkelige Kurve, welche bisweilen durch Selektion zweischenkelig werden kann, auch in solchen Fällen entfernt sich der Gipfel nur wenig von dem Gipfel der halben Kurve und bleibt sie meist unsymmetrisch. Solche Kurven sind nicht gewöhnliche QUETELET-GALTONISCHE Variationskurven, sondern Kombinationskurven, in denen

das ursprüngliche Merkmal (in diesem Falle das dreischeibige Blatt) und das antagonistische, abnormale Merkmal (in diesem Falle das mehrscheibige Blatt) beide zugleich verzeichnet sind.“

„*Trifolium pratense quinquefolium*. Im Gegensatz zu der eben besprochenen Pflanze steht *T. pratense quinquefolium*, über welche ich jetzt berichten werde. Den Ausgangspunkt der Kultur bildeten zwei beim Dorfe Loosdrecht wildwachsend gefundene Pflanzen mit einigen vierscheibigen Blättern und einem fünfscheibigen. Aus den 1889 geernteten Samen dieser Pflanzen gingen im nächsten Jahre 100 Pflanzen auf, von denen ungefähr die Hälfte vierscheibige Blätter besaß. Die vier besten Individuen, welche auch zur Fortsetzung der Kultur benutzt wurden, zeigten zusammen 64 vierscheibige Blätter. In der dritten Generation gab es 80% Pflanzen, welche wenigstens ein vierscheibiges Blatt trugen, oft aber mehr, und auf 8366 von 300 Pflanzen herrührenden Blättern gab es 14% mit vier oder fünf Scheiben. Von diesem Zeitpunkte ab fand eine sehr scharfe Selektion der Erben statt, da als solche nur diejenigen Individuen benutzt wurden, welche als Keimpflanzen ein zusammengesetztes Primordialblatt getragen hatten. Eine solche scharfe Auslese fand noch während vier weiterer Generationen statt und die Keimpflanzen mit zusammengesetztem Primordialblatt trugen später, als sie erwachsen waren, alle ohne Ausnahme mehrzählige Blätter. Auf diese Weise brachte DE VRIES es 1894 so weit, daß er 20 Pflanzen besaß, deren Samen im nächsten Jahre 70—99% Keimpflanzen mit zusammengesetztem Primordialblatt ergaben. Auf dieser Höhe erhielt sich auch weiter die Rasse bei fortwährender Auslese. Die Maximalzahl der Scheiben war sieben, aber eine rein fünf- oder siebenschleibige Rasse wurde auch bei schärfster Zuchtwahl nie erreicht. Die Rasse blieb immer sehr variabel und die Lebenslage hatte fortwährend großen Einfluß auf die Anomalie, welche sich bei günstigen Bedingungen am meisten zeigte. Bei sieben auserwählten Pflanzen wurde im Juli 1894 die Scheibenzahl aller Blätter bestimmt, so daß Kurven konstruiert werden konnten. Eine Pflanze ergab eine halbe Kurve mit dem Gipfel bei drei Scheiben, eine andere ergab eine symmetrische, zweischenkelige Kurve mit dem Gipfel bei fünf Scheiben. Die fünf übrigen ergaben alle umgekehrte halbe Kurven, deren Maximum bei sieben Scheiben pro Blatt lag.

Auch Retourselektion fand, von guten Erben ausgehend, statt, wobei nur Keimpflanzen mit einfachem Primordialblatt und dreizähligen ersten Blättern fortgezüchtet wurden. Auf diese Weise ging die Rasse in drei Jahren sehr stark zurück, so daß sie keine sechs- oder siebenschleibigen Blätter mehr aufwies und viele Pflanzen nur dreizählige Blätter hervorbrachten. Aber dennoch ging das anomale Merkmal keineswegs ganz verloren, da immer noch zwei Drittel der Pflanzen vier- bis fünfscheibige Blätter trugen, wenn auch in weit geringerer Zahl als bei den besten Erben der Rasse.

Nach dem Mitgeteilten wird der Unterschied mit *Trifolium incarnatum quadrifolium* deutlich sein. Die *Trifolium pratense quinquefolium* ist zwar keine vollkommen erbliche Rasse, aber bei günstigen Lebensbedingungen ist es schwierig, auszumachen, ob das Artmerkmal oder die Anomalie stärker ist; sie halten sich bei der Vererbung ungefähr die Wage. Und unter sehr günstigen Bedingungen kann die Anomalie sogar ganz entschieden den Vorrang haben.

In einer solchen Rasse geht es also nicht an, die Anomalie als semilatenz zu bezeichnen, sondern ist es besser, sowohl das Artmerkmal wie die Anomalie als aktiv zu betrachten. Eine solche Rasse nennt DE VRIES eine Mittelrasse.

Sie zeigt nur in den Minusvarianten eine halbe Kurve, in vielen Fällen eine zweiseitenkelige symmetrische, in den besten Erben oder Plusvarianten eine umgekehrte halbe Kurve.“

„Das bei diesen zwei Pflanzen erhaltene Resultat ist nun auch für die übrigen von DE VRIES untersuchten inkonstanten Gartenvarietäten maßgebend. Stets ließen sich die Rassen, welche er züchtete, entweder der Halbrasse oder der Mittelrasse anreihen. So kommt er zu der Hypothese, daß neben den Mutationen mit vollständiger Erbllichkeit noch zwei andere Fälle existieren können, welche nur insofern scharf voneinander geschieden sind, als es sich bei statistischer Untersuchung zeigt, daß sie sich durch Kultur allein nicht ineinander überführen lassen. Denn bei *Trifolium incarnatum* gelang es nicht, aus der Halbrasse eine Mittelrasse zu züchten, ebensowenig wie bei *Trifolium pratense* aus der Mittelrasse die Halbrasse. Zwar gelingt es bei schlechter Ernährung bei *Trifolium pratense* *quiquefolium* Pflanzen mit halber Kurve zu gewinnen, aber das sind nur Minusvarianten, deren Nachkommen bei entsprechenden Ernährungsverhältnissen wieder zu der Mittelrasse zurückkehren.

Auf diese Weise kommt DE VRIES zu dem nachfolgenden Schema der Erbllichkeitsstufen bei Mutationen

Art		Artmerkmal	Anomalie
Zwischen- rasse	Halbrasse	aktiv	latent
	Mittelrasse	aktiv	semilatenz
		aktiv	aktiv
	Bis jetzt nicht gefundene Stufe	semilatenz	aktiv
Konstante Varietät		latent	aktiv

Mit latent ist hier gemeint, daß das Merkmal zwar gelegentlich sichtbar wird, aber so selten, daß es sich einer statistischen Behandlung entzieht. Eine scharfe Definition der Begriffe Halbrasse und Mittelrasse läßt sich vorläufig nicht geben — — —. Man muß sich augenblicklich mit der Kenntnis der Tatsache begnügen, daß bei der Halbrasse auch bei ausgezeichneter Ernährung und schärfster Zuchtwahl sich nicht viel mehr als eine halbe Kurve erzielen läßt. Die Mittelrasse dagegen zeigt die Anomalie bei guter Kultur bald viel deutlicher, ja oft herrscht dieselbe bei den besten Individuen vor.“

Fassen wir nun, soviel als möglich mit DE VRIES' eigenen Worten, die Resultate seiner großartigen Arbeit zusammen:

„Der Fortschritt in der organischen Natur beruht im wesentlichen auf einer zunehmenden Differenzierung. Die Eigentümlichkeiten, welche zusammen das Gepräge der einzelnen Arten bilden, werden zahlreicher; jedes höher organisierte Wesen hat deren in der Regel mehr als seine Vorfahren aus längst verflossenen Zeiten. Wenden wir dieses allgemeine Prinzip auf die Lehre von den elementaren Eigenschaften an, so ergibt sich sofort, daß die Zahl dieser Einheiten im großen und ganzen mit zunehmender Differenzierung zunehmen muß. Oder umgekehrt, daß die Höhe der Differenzierung im wesentlichen durch die Anzahl der elementären Eigenschaften bedingt ist. Jedesmal, wenn zu den bereits vorhandenen eine neue Einheit hinzukommt, schreitet die Differenzierung um einen Schritt voran. Wäre es möglich

die Einheiten zu zählen, so würden wir darin ein Maß für die Organisationshöhe der Organismen finden.“

„Die einzelnen Schritte, in die nach dieser Vorstellung die allmähliche Differenzierung sich auflöst, bezeichnen wir als Mutationen, und zwar grade wegen dieses Fortschrittes als progressive Mutationen. Jede solche fügt also dem Komplex der bereits vorhandenen erblichen Eigenschaften eine neue hinzu.“

„Die neue Eigenschaft braucht aber offenbar nicht sofort bei ihrer Entstehung auch sichtbar zu werden. Es handelt sich ja zunächst nicht um die äußeren Merkmale, sondern um die inneren Anlagen, durch welche diese bedingt werden. Und ebenso wie der Keim zahlreiche Anlagen enthält, welche noch der Entfaltung harren, ebenso kann man sich denken, daß eine Eigenschaft bei ihrer ersten Entstehung, ihrer phylogenetischen Geburt, wenn ich so sagen darf, zunächst latent bleibt, um erst später, vielleicht erst viel später, aktiv zu werden.“

„Nach dieser Vorstellung ist jede progressive Mutation im Grunde ein doppelter Vorgang und besteht aus der Bildung einer neuen inneren Anlage und aus der Aktivierung dieser. Beide Prozesse mögen bisweilen zusammenfallen, sie brauchen das aber nicht. Daher ist es zweckmäßig, sie mit besonderen Namen anzudeuten, und bezeichnen wir den inneren Vorgang als Prämutation, den äußerlich sichtbaren aber als die Mutation im eigentlichen Sinne.“

„Zugleich geht aus dieser Erörterung hervor, daß eine innere Anlage nicht ohne weiteres ein äußeres Merkmal bedingt. Wie bei der Ontogenie kann auch in der Phylogenie eine elementare Eigenschaft zeitweise aktiv, aber zu anderen Zeiten latent oder inaktiv sein. Wird nun eine neue Eigenschaft aus ihrem anfänglichen latenten Zustande aktiv, so nannten wir das eine progressive Mutation, und deshalb müssen wir ihre Rückkehr aus dem aktiven in den latenten Zustand, wenn diese vorkommt, gleichfalls als Mutation, und zwar als retrogressive Mutation bezeichnen.“

„Die Erfahrungen im Gartenbau und die Systematik der kleineren Arten und Varietäten lehren nun, daß solche retrogressive Mutationen ganz gewöhnliche Erscheinungen sind. Fast jede Eigenschaft kann gelegentlich verschwinden.“

„Die retrogressiven Mutationen machen den Eindruck eines Verlustes; die betreffende Eigenschaft verschwindet aus dem Gesamtbilde. Aber alles deutet darauf hin, daß wenigstens in der überaus großen Mehrzahl der Fälle dieser Verlust nur ein äußerer ist, und daß im inneren Wesen der Pflanze die Anlage bleibt, aber inaktiv wird. Namentlich sprechen dafür jene Fälle, in denen eine systematisch latent gewordene Eigenschaft gelegentlich als Anomalie wieder sichtbar wird, wie z. B. das Auftreten von weiblichen Blüten an männlichen Exemplaren diöcischer Arten.“

„Zwei Rassen, welche sich nur durch die Latenz oder die Aktivität einer selben Anlage unterscheiden, besitzen also in ihrem inneren Wesen dieselbe Anzahl von elementaren Einheiten. Sie stehen einander offenbar anders gegenüber als zwei Rassen, deren eine durch die Neubildung einer Anlage aus der anderen hervorgegangen ist, wo also die Anzahl dieser Einheiten um eine verschieden ist.“

„Ehe wir aber diesen Gegensatz näher betrachten, müssen wir uns die Frage vorlegen, ob der aktive und der inaktive oder latente Zustand die einzigen sind, in welchen eine innere Anlage vorkommen kann.“

Theoretisch ist solches offenbar gar nicht erforderlich und können wir uns dazwischen sehr verschiedene Grade der Aktivität denken. Tatsächlich lehrt die Erfahrung, daß solche Zwischenstufen auch vorkommen. Wir haben sie oben als semiludent bezeichnet, und die Rassen, welche sich durch solche semiludente Eigenschaften kennzeichnen, im allgemeinen Zwischenrassen genannt. Von diesen gibt es zwei Typen, welche uns überall im Freien und in den Kulturen entgegentreten, die Halbrassen und die Mittel- oder Doppelrassen. In beiden Fällen ist das semiludente Merkmal in besonderer Weise mit einer anderen, aktiven Eigenschaft verbunden, und zwar derart, daß sie in ihren Äußerungen sich gegenseitig ausschließen. Sie vertreten einander, wenn man so sagen darf, und bilden somit ein vikariierendes Paar. Dreizählige Kleeblätter und fünfzählige, dreizählige oder gespaltene Samenlappen und zweizählige, normale und pelorische Blüten, stielrunde und verbänderte Sprosse, gewöhnliche und petaloide Staubfäden bilden solche Paare. Dasselbe Blatt, dasselbe Staubblatt, derselbe Sproß kann nicht zu gleicher Zeit drei- und fünfzählig usw. mit einem Worte normal und abnormal sein.

Diese vikariierenden Merkmalspaare sind die Quelle einer weitgehenden Variabilität, indem die Anomalie in den verschiedensten Graden der Ausbildung auftreten kann. Die Individuen einer Gruppe schwanken dann in ihrem Äußeren nicht um ein Mittel, wie bei der gewöhnlichen fluktuierenden oder oszillierenden Variabilität, sondern zwischen zwei oft weit getrennten und einander mehr oder weniger entgegengesetzten Typen. Sie tragen das Gepräge der Inkonzanz und solche Rassen und Varietäten pflegen auch gewöhnlich kurzweg inkonzante genannt zu werden. Aber nur in dem Sinne, daß der Formenkreis, in welchem sie hin und her schwanken, ein äußerst reicher und namentlich ein dityper oder dimorpher ist, nicht aber so, daß irgend ein Individuum aus diesem Kreise herausbrechen und eine neue Rasse bilden könnte. In diesem Sinne sind die inkonzanten Rassen ebenso feste wie die besten konstanten Arten und Varietäten.“

Arten und Varietäten! Was ist zwischen beiden der Unterschied? Auch hierauf antworten wir mit DE VRIES' Worten:

„Jede Form, welche durch Neubildung einer inneren Anlage entstanden ist, sollte somit als Art, jede andere, welche ihre Eigentümlichkeit nur einer Umprägung einer bereits vorhandenen Anlage verdankt, sollte als Varietät aufgefaßt werden.“

Selbstverständlich wird hier unter „Art“ die elementare Art verstanden. Ebenso selbstverständlich ist obige Definition eine theoretische; in der Praxis läßt es sich öfters nicht bestimmen, was Art und was Varietät ist.

Eins aber können wir wohl sagen, nämlich daß zwei Formen, welche bei gegenseitigen Kreuzungen in allen Merkmalen typisch mendeln, als Varietäten einer selben Art aufzufassen sind.

Damit soll aber nicht gesagt sein, daß zwei Formen, welche nicht in allen Merkmalen typisch mendeln, keine Varietäten einer selben Art sein können, zu einer solchen Behauptung ist unsere Kenntnis der Bastardierung noch viel zu gering.

Führen wir wieder DE VRIES' Worte an:

„Die Entstehung der elementaren Arten beruht — — — auf der Neubildung von elementaren Eigenschaften, also auf deren numerischer

Zunahme, die echten Varietäten unterscheiden sich von ihrer Art durch die Latenz bestimmter Merkmale, sei es, daß diese in dem Typus der Art aktiv und in der Varietät latent sind, sei es, daß sie im ersteren latent oder semilatenz vorkommen und bei der Entstehung der Varietät aktiv oder semiaktiv werden. Den oben benutzten Bezeichnungen gemäß entstehen also die elementaren Arten durch progressive, die abgeleiteten Varietäten aber durch retrogressive und degressive Artbildung.

Wir können uns also folgende Entstehungsweisen von Arten denken (DE VRIES, Bd. I, p. 460):

Entstehung neuer Arten.

- A. Unter Bildung neuer Eigenschaften: Progressive Artbildung.
- B. Ohne Bildung neuer Eigenschaften
 1. durch das Latentwerden vorhandener Eigenschaften: Retrogressive Artbildung, Atavismus z. T.;
 2. durch Aktivierung latenter Eigenschaften: Degressive Artbildung
 - a) aus taxinomen (ev. latenten) Anomalien,
 - b) als eigentlicher Atavismus.
 3. Aus Bastarden.

Wie steht es nun strikt genommen mit DE VRIES' Mutanten? Beruhen sie auf progressiver Artbildung? Nach DE VRIES' Meinung ja, aber ist dies nachgewiesen? Gewiß nicht. In der Lamarckiana sind die Eigenschaftsträger der Mutanten bereits latent vorhanden, in dieser Hinsicht gehören sie also der Gruppe der degressiven Artbildung an. Daß sie in der Prämutationsperiode durch Hinzufügung einer neuen Eigenschaft zu denen der Art, aus welcher sie entstanden, gebildet sind, ist eine Hypothese, weiter nichts. Ob sie ihre Existenz einer früheren Kreuzung verdanken oder nicht, bleibt zu entscheiden. Gezeigt ist, daß die Mutanten in der O. Lamarckiana kryptomer enthalten sind, wie sie hinein gelangt sind, weiß niemand.

Die Basis der DE VRIESschen Mutationstheorie, die Entstehung neuer Arten durch progressive Mutation, d. h. durch Hinzufügung einer neuen Eigenschaft zu den bereits vorhandenen beruht, wenn ich es so ausdrücken darf, auf „circumstantial evidence“ und wie überzeugend diese auch in mancher Hinsicht ist, so darf man sie nicht für bewiesen gelten lassen, indem man den Prozeßstücken die Mutanten als Beweistücke beilegt. Denn die Mutanten sind noch namenlose Kinder, deren Genealogie keineswegs feststeht; von ihnen weiß man nur, daß eine Mutter fraglicher Herkunft und fraglicher Rassenreinheit, die O. Lamarckiana, sie von Zeit zu Zeit unvermittelt in vollkommenem Zustande in die Welt setzt.

Damit ist aber selbstverständlich DE VRIES' Mutationstheorie keineswegs verurteilt, auch DARWINS Deszendenztheorie beruht nur auf „circumstantial evidence.“ Welchen von beiden der Vorrang gebührt, wird später, im theoretischen Teile, erörtert werden. Daß DE VRIES' experimentelle Arbeit, auch wenn meines Erachtens, die Demonstration der Mutanten noch nicht einwandfrei ist, einen gewaltigen Fortschritt bedeutet und große neue Arbeitsgebiete eröffnet, wird kein Einsichtiger leugnen.

Hiermit habe ich Sie, wie ich glaube, meine Damen und Herren, der Hauptsache nach mit den Tatsachen bekannt gemacht, auf welche unsere Evolutionstheorien sich stützen. Nur zwei große Gruppen von stützenden Tatsachen, die der Paläontologie und die der Pflanzen- und Tiergeographie habe ich noch nicht besprochen, sie lassen sich besser in direktem Zusammenhang mit den Theorien erörtern, aus welchem Grunde wir sie denn auch im theoretischen Teile unserer Vorlesungen behandeln werden.

Wo wir also ans Ende des ersten Teiles unserer Aufgabe gelangt sind, wird es gut sein ganz kurz das Gelernte zu resümieren, was ich im folgenden versuche.

- I. Wir haben gesehen, daß die Form eines Individuums nicht unveränderlich, sondern eine Zwangsform ist, eine Funktion der spezifischen Struktur des betreffenden Organismus und der äußeren Umstände. Wir haben das kurz ausgedrückt, indem wir die normale Form eines Individuums einen *Biaiomorphos*, die Veränderung derselben durch morphogene Reize eine *Biaiometa-morphose* nannten.
- II. Wir haben die normale Vererbung der Eigenschaften der Eltern auf ihre Kinder, Enkel und Urenkel verfolgt und gesehen, daß die elterlichen Eigenschaften nicht als ein Komplex durch die Nachkommen geerbt werden, sondern daß
 - a) die Eigenschaften der Eltern während der Gametogenese über die Gameten verteilt werden;
 - b) daß durch die Kombinationen solcher Gameten Kinder entstehen, welche untereinander und von den Eltern verschiedenen sind;
 - c) daß dies daher rührt, weil jede Gamete nicht sämtliche Eigenschaften der Eltern besitzt, sondern daß einige durch andere ersetzt sein können.
 - d) Wir haben die Nachkommen in ihrer Gesamtheit betrachtet und gesehen, daß die Verteilung der elterlichen Eigenschaften über dieselben nach den Gesetzen des Zufalls stattfindet.
 - e) Wir haben gesehen, daß der Grad der Entwicklung einer jeden Eigenschaft von der Ernährung im weitesten Sinne abhängt.
 - f) Den eruierten Unterschied zwischen den Kindern untereinander, und zwischen diesen und ihren Eltern, nennen wir kontinuierliche Variabilität, kontinuierlich weil sie in jeder Generation angetroffen wird.
- III. Zu der Auffassung, daß ein Individuum nicht eine Einheit sondern ein Agregat von untereinander unabhängigen Einheiten ist, sind wir hauptsächlich durch die Bastardlehre gelangt.
- IV. Wir haben drei Arten von Bastarden kennen gelernt:
 1. die spaltenden, welche nichts von ihrer Fertilität einbüßen;
 2. die nichtspaltenden, welche konstante, aber weniger fertile Zwischenformen liefern;
 3. die sogenannten Mutationskreuzungen mit Pleiotypie in F_1 und Konstanz in den nächsten Generationen, wobei es aber noch fraglich ist, ob diese konstanten Formen als Bastarde zu betrachten sind.
- V. Wir haben gesehen, daß *Biaiometamorphosen* erblich sein können.

- VI. Wir haben die Erscheinungen der diskontinuellen Variabilität kennen gelernt. Wir haben gesehen, daß neue Formen plötzlich und unvermittelt in voller Konstanz auftreten können, es sei als Sprungvariationen, es sei als Mutanten. Die Ursache dieser Erscheinung blieb uns aber noch völlig unklar.
- VII. Wir haben erörtert, daß wir uns nach der Mutationstheorie die Entstehung neuer Arten im Prinzip wie folgt denken können.
- A. Unter Bildung neuer Eigenschaften: progressive Artbildung.
 - B. Ohne Bildung neuer Eigenschaften.
 1. durch das Latentwerden vorhandener Eigenschaften: retrogressive Artbildung, Atavismus z. T.;
 2. durch Aktivierung latenter Eigenschaften: degressive Artbildung
 - a) aus taxinomen (ev. latenten) Anomalien,
 - b) als eigentlicher Atavismus.
 3. Aus Bastarden.
- VIII. Wir haben gesehen, daß die Variabilität richtungslos ist. Selbstverständlich wäre es möglich, daß eine Variabilität in bestimmter Richtung bestehe, wie dies z. B. von COPE u. a. behauptet wird. Ich will darüber hier nicht reden, sondern sie lieber später im Zusammenhang mit neolamarckistischen Theorien behandeln.
- IX. Wir haben gesehen, daß sich das Evolutionsproblem folgendermaßen fassen läßt:
- I. Wie sind diskontinuellen Formen oder Arten entstanden?
 - II. Wie kommt es, daß sie angepaßt sind?
- Damit sind wir also zum zweiten Teil unserer Aufgabe gelangt, zu der Frage: Evolution oder Konstanz?

Sechzehnte Vorlesung.

II. Teil.

Die Evolutionstheorien.

Gibt es Tatsachen, welche das Stattfinden von Evolution beweisen?, p. 264. Die Ontogenie, eine abgekürzte Phylogenie, p. 264. Das Vorkommen eines Naupliusstadiums bei den Crustaceen, p. 265. Ammoniten, p. 271. HURSTS Einwendungen gegen die Auffassung der Ontogenie als eine abgekürzte Phylogenie, p. 272. COPEs Verteidigung derselben, p. 273. HAECKELS Stellung, p. 275. Mensch und Affe, p. 276. Das Vergleichen von extremen Repräsentanten beider Reihen, p. 277. Ist die Seele ein Ding sui generis?, p. 277. Das Gewissen, p. 277. Die chemische Verwandtschaft zwischen Menschen und Affen, p. 278.

Meine Damen und Herren! Die Tatsachen, welche ich mit Ihnen behandelt habe, zeigen zur Genüge, ich meine sogar überzeugend, daß Evolution möglich ist; dies besagt aber selbstverständlich noch nicht, daß sie tatsächlich stattgefunden hat, ebensowenig wie die Möglichkeit der Existenz einer Gottheit die Existenz derselben beweist. Dies wird wie ich meine, manchmal übersehen.

Sehen wir also zunächst, ob es Tatsachen gibt, welche beweisen, daß eine Evolution stattfindet oder stattgefunden hat.

Falls die höheren Lebewesen, wie die Evolutionstheorien lehren, aus niederen entstehen, könnte die Entwicklung, die Ontogenie der Organismen uns dies zeigen. Man könnte sich denken, daß die Entwicklung des Organismus von Eistadium an bis zum erwachsenen Zustande ein schnelleres Durchlaufen desselben Weges wäre, welchen die Art in ihrer Entwicklung zurückgelegt hat, oder anders ausgedrückt, daß die Ontogenie eine beschleunigte Phylogenie wäre.

Selbstverständlich brauchte dabei nicht jeder Schritt der Phylogenie durch die Ontogenie wiederholt zu werden, es wäre denkbar, daß die Ontogenie nicht nur eine beschleunigte, sondern zu gleicher Zeit eine abgekürzte Phylogenie wäre. In beiden Fällen würde die Zeit, in welcher die Entwicklung stattfindet, abgekürzt werden, so wie man das Ende eines stundenlangen sich schlängelnden Waldpfades entweder dadurch, in z. B. einer halben Stunde erreichen kann, daß man denselben sehr schnell zurücklegt, oder dadurch, daß man durch Abschneiden der Biegungen den Weg abkürzt.

Sehen wir also, ob die Ontogenie eine abgekürzte Phylogenie sein kann?

Daß Abkürzungen eines Entwicklungsganges überhaupt vorkommen können, läßt sich experimentell erweisen. Sie wissen ja alle, daß die Larven von Salamandern im Wasser leben und während dieser Zeit nicht mittels Lungen, sondern mittels Kiemen atmen. Es gibt nun Landsalamander, bei welchen dieses Stadium des Lebens im Wasser fehlt, da die Jungen sich im Körper des Muttertieres bis zum Lungenstadium entwickeln.

Diese Larven bilden im Körper der Mutter keine Kiemen, sondern nur sehr kurze Anhängsel, welche man als Kiemenrudimente betrachtet. Bei allen Salamanderarten, auch bei den wasserlebenden, atrophieren, wie wir sahen, später die Kiemen, hier tritt diese Atrophie bereits auf, wenn die Kiemen erst anfangen sich zu entwickeln, hier haben wir also eine Abkürzung des Entwicklungsvorgangs. Gegenüber dieser Auffassung würde man die Ansicht vertreten können, daß diese Anhängsel keine Kiemen sind. Um diese Meinung zu entkräften, hat man vor kurzem versucht, ihre Kiemennatur zu beweisen. Dazu wurden die Tiere in diesem Stadium dem Mutterleib entnommen, und ins Wasser gebracht; die Anhängsel entwickelten sich dort zu Kiemen. Bei den landlebenden Salamandern wird also ein in der Mitte des Entwicklungsganges gelegenes Stadium übersprungen und so die Ontogenie abgekürzt.

Selbstverständlich kann theoretisch der Weg noch in anderer Weise abgekürzt werden, nicht durch Übersprung oder beschleunigtes Zurücklegen eines etwa in der Mitte des Weges gelegenen Stadiums, sondern durch Abschneiden des Endes des Weges, also indem nicht mehr der ganze Weg durchlaufen wird. Ein Beispiel davon liefert der Axolotl, welcher bereits während des Larvenstadiums geschlechtsreif werden kann, und infolgedessen nur selten noch das erwachsene Tier erzeugt, sondern sich mit der Erreichung der Geschlechtsreife begnügt und als Larve sein Dasein beendet.

Auch bei Pflanzen ist eine Abkürzung des Entwicklungsganges keineswegs selten. So bilden die landbewohnenden Zygomyceten in ihren Gametangien keine Gameten mehr, wie ihre Verwandten, sondern lassen die Gametangien selbst kopulieren.

So sahen wir, daß bei Farnen die Bildung von Geschlechtsorganen auf den Prothallien öfters unterbleibt und daß die 2x-Generation, die Farnpflanze, durch seitliche Kopulation zweier Prothalliumzellen apogam gebildet wird; ja wir sahen sogar, daß das ganze 2x-Stadium übersprungen werden kann, indem das Prothallium Sporangien bildet.

Diese Beispiele ließen sich ad libitum vermehren; ich griff nur heraus, was mir gerade einfiel.

Wo wir also sehen, daß ganze Stadien des normalen Entwicklungsganges übersprungen werden können, wird es uns nicht wunder nehmen, wenn es sich herausstellen sollte, daß die Ontogenie nicht eine einfach beschleunigte Kopie der Phylogenie ist, sondern eine verkürzte Phylogenie, d. h. eine solche, wobei eine größere oder geringere Zahl von Phasen übersprungen wird.

Sehen wir also zunächst, ob die Ontogenie als eine verkürzte Phylogenie betrachtet werden darf.

Wir haben bereits gesehen, daß bei gewissen Landsalamandern eine Abkürzung der Ontogenie stattfindet, in dem die bei verwandten Arten vorkommenden Larvenkiemen nur rudimentär gebildet werden.

Einen analogen Fall kennen wir bei gewissen krebsartigen Tieren. Folgender Schilderung dieser Verhältnisse liegen die Mitteilungen WEISMANNS in seinen Vorlesungen zugrunde.

Die Jungen der Daphnien oder Wasserflöhe kriechen in vollkommenem Zustande aus dem Ei heraus. Verfolgt man ihre Embryonalentwicklung, so beobachtet man etwas höchst Bemerkenswertes. Auf einer bestimmten Entwicklungsstufe ist innerhalb des Eies ein embryonales Tierchen entstanden, das in keinerlei Hinsicht der Daphnia ähnelt und dieses embryonale Tierchen häutet sich innerhalb der Eihülle!

Das ist fürwahr eine eigentümliche Erscheinung! Das Häuten kommt bei vielen Tieren und vielen Larven vor, aber nur bei freilebenden. Da erfüllt es dann den Zweck, dem Tiere zu ermöglichen zu wachsen, zu welchem notwendigen Prozeß es innerhalb seiner alten Haut keinen Raum findet.

So werfen Krebse und Krabben alljährlich die Schale ab, wozu sie zunächst innerhalb derselben eine neue, sehr dehnbare Haut bilden, welche sich in der Tat auch, bevor sie sich zur neuen Schale verhärtet, durch die Größezunahme des Tieres sehr ausdehnt. Wie beträchtlich die fast plötzliche Größezunahme des ausgeschlüpften Tieres ist, weiß jeder Knabe, der jemals versucht hat eine eben geschalte Krabbe wieder in die alte Schale hineinzuzwängen. Das Tier war dermaßen in der alten Schale zusammengepreßt, daß es buchstäblich aus der Haut gefahren ist.

Wozu aber eine Häutung innerhalb der Eihülle, eine Häutung also, wodurch kein Raum geschaffen wird?

Da liegt es auf der Hand zu vermuten, daß bei krebsartigen Tieren früher ein freilebendes Larvenstadium vorkam, und daß diese Häutung Überbleibsel eines früheren zweckmäßigen Vorganges ist. Wir wissen nun, daß ersteres in der Tat der Fall war, und dies freilebende Larvenstadium wird mit dem Namen Naupliusstadium angedeutet (Fig. 106).

Dieses läßt sich leicht an einem verwandten Daphnidengenus, an *Leptodora hyalina*, demonstrieren. Dieses Tier bildet zwei Arten von Eiern: Sommereier und Wintereier. Die Sommereier bleiben vom Mutterkörper geschützt, aus ihnen kriechen die Tierchen, gerade wie bei Daphnia,

in vollkommener Form heraus; die Wintereier aber werden im Wasser abgelegt, nachdem sie sich im Mutterkörper nur bis zum Naupliusstadium entwickelt haben; dieser Nauplius kriecht dann heraus und schwimmt frei im Wasser umher (Fig. 107).

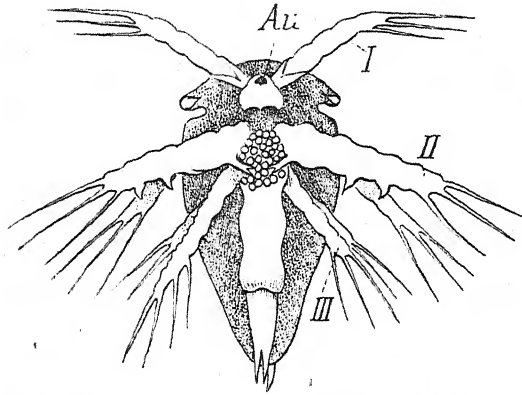


Fig. 106. **Naupliuslarve** (nach FRITZ MÜLLER).

Es zeigt sich also schon, daß der Nauplius ursprünglich ein freilebendes Stadium war.

Verfolgen wir einmal die Lebensgeschichte der Garneele *Peneus Potimirim*, einer brasilianischen Art.

Aus dem Ei dieses Organismus schlüpft die Naupliuslarve heraus und schwimmt frei im

Wasser umher (Fig. 108). Die Naupliuslarve kennzeichnet sich durch den Besitz eines ungegliederten Körpers, eines einzelnen median gelegenen Auges und einer Oberlippe; und besitzt weiter drei Paare von Gliedmaßen, von denen ein Paar als Fühler oder Antennae fungiert, während die beiden anderen Paare die Funktionen von Ruderbeinen verrichten. Diese Ruderbeine sind meistens einmal verzweigt.

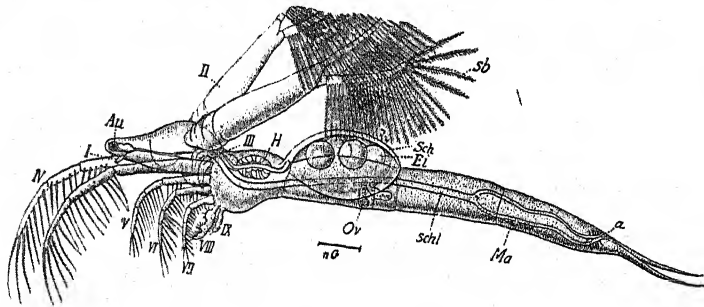


Fig. 107. **Leptodora hyalina mit Sommeriern.** (Ei) unter der Schale (Sch) (nach WEISMANN).

Die weitere Entwicklung dieser Larve führt nun zum sogenannten Zoeastadium. In der Mitte des ursprünglich ungegliederten Körpers entstehen intercalär die Andeutungen einer Gliederung, wodurch der vordere Teil des Körpers vom hinteren getrennt wird. Dieser vordere Teil, welcher sich inzwischen mit einer schützenden Panzerplatte überzogen hat, wird Kopfbruststück genannt; der hintere Teil, sowohl das gegliederte wie das ungegliederte Stück desselben, heißt Abdomen (Fig. 109).

Am Kopfbruststück haben inzwischen eine Reihe von Veränderungen stattgefunden: statt eines Auges sind deren zwei entstanden, welche links und rechts von der Mediane, aber sehr nahe bei derselben liegen. Statt der drei Paare von Gliedmassen sind deren sechs entstanden,

während die Mundöffnung noch, wie bei der Nauplius, eine einfache Öffnung ohne Kauapparat ist. Während dieses Stadiums sind wohl noch sämtliche Gliedmaßen bei der Fortbewegung des Tieres beteiligt.

Fig. 108.

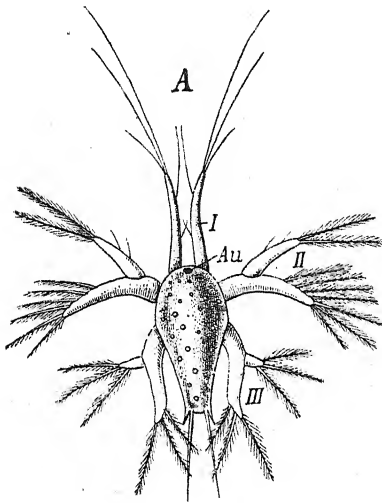


Fig. 109.

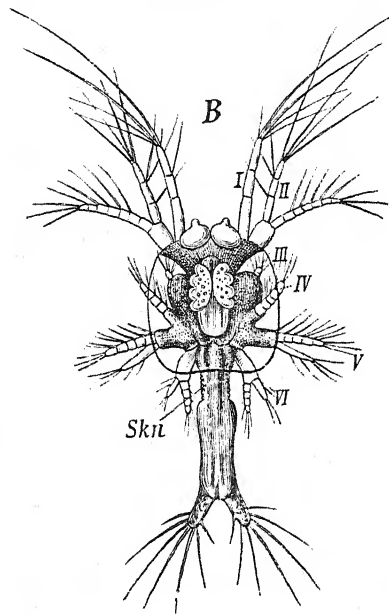


Fig. 108. Naupliuslarve der Garnseele *Peneus Potimirum* (nach FRITZ MÜLLER). I die Fühler; II und III die zweiästigen Ruderfüße; Au Auge.

Fig. 109. *Peneus Potimirum*. Erstes Zoëastadium (nach FRITZ MÜLLER).

Nochmalige Zunahme der Gliedmaßenzahl und weitere Differenzierung findet im zweiten Zoëastadium, nach erneuter Häutung statt (Fig. 110).

Die Augen wachsen zu Stielaugen aus und divergieren. Die beiden vorderen Gliedmaßenpaare haben sich zu Antennen entwickelt, während das dritte Paar zum Kauapparat, zu Mandibeln umgebildet ist. Das vierte, fünfte und sechste Paar fungieren als Ruderbeine, während ein siebentes Gliedmaßenpaar bereits ziemlich weit entwickelt ist, und 8–12 angelegt werden. Auch das Abdomen wurde inzwischen gut ausgebildet. — Als bald findet wieder eine Häutung statt und schlüpft aus der alten Haut das Mysisstadium heraus, welches der erwachsenen Garnseele schon bedeutend ähnlicher ist (Fig. 111).

Dreizehn Gliedmaßenpaare sind jetzt vorhanden, von welchen 1 und 2 Antennae, 3 Mandibeln, 4 und 5 Kiefer und 6–13 ein- oder zweiästige Ruderbeine sind. Am Ende des Abdomens haben sich zwei Platten, die sogenannten Schwanzflossen, entwickelt, und das Tier kann nun nicht nur mittels jener Ruderfüße schwimmen, sondern auch durch das Zusammenschlagen und plötzlich wieder Strecken des ganzen Abdomens, durch das sogenannte Schlagen mit dem Schwanz. Eine letzte Häutung und das erwachsene Tier tritt zutage. Es besitzt zwei Antennenpaare, sechs Paare von Mundteilen und fünf Paare von Gehbeinen, von denen das dritte Paar große Scheren trägt (Fig. 112).

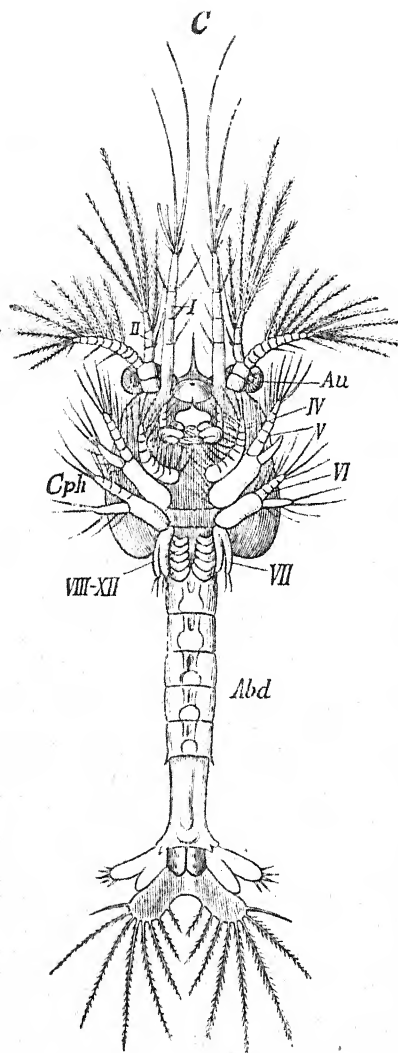


Fig. 110. Zweites Zoëstadium.

Eine vollständige Entwicklungsreihe eines Krebses enthält also ein Naupliusstadium, ein Zoëstadium, ein Mysisstadium und die erwachsene Form, sämtlich freilebend.

Wir sahen bereits, daß dieser Entwicklungsgang bedeutend abgekürzt werden kann, indem das vollkommene Tier aus dem Ei schlüpft, und also die Larvenstadien im Ei durchlaufen werden. In anderen Fällen sahen wir die Naupliuslarve aus dem Ei herauskriechen, und bei den höheren Krebsen schlüpft die Larve meistens als Zoëa aus dem Ei heraus.

Was sind nun eigentlich diese Stadien? Dem Mysisstadium entsprechende Tiere sind als freilebende, selbständige Tierarten bekannt, sie bilden die große Gruppe der Schizopoden; den Namen Mysisstadium verdanken sie dem Genus *Mysis*, einem Schizopodengeschlecht (Fig. 113), welches p. 269 abgebildet ist. Die Übereinstimmung zwischen dem Mysisstadium von *Peneus* und diesem Tierchen fällt sofort auf.

Eine dem Zoëstadium entsprechende selbständige Art ist nicht bekannt; es liegt aber auf der Hand, anzunehmen, daß es der Zoëa gleichende selbständige Tierarten gegeben hat. Falls dies richtig, wäre die Ontogenese hier eine Wiederholung der Phylogenese. Die Urahnen sämtlicher Krebse wären dann niedrig entwickelte Tiere mit einer einfachen Metamorphose: Nauplius — erwachsenes Tier — gewesen.

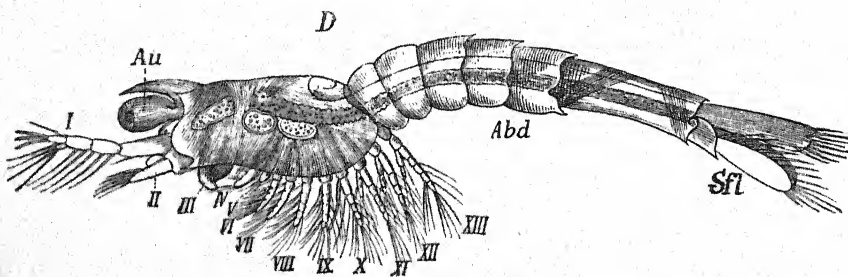


Fig. 111. Mysisstadium.

Aus diesen Urahnen hätte sich dann eine höhere, jetzt ausgestorbene Gruppe entwickelt, welche der Zoëa glich, daraus wären die noch jetzt lebenden Schizopoden und aus diesen die höheren Krebse

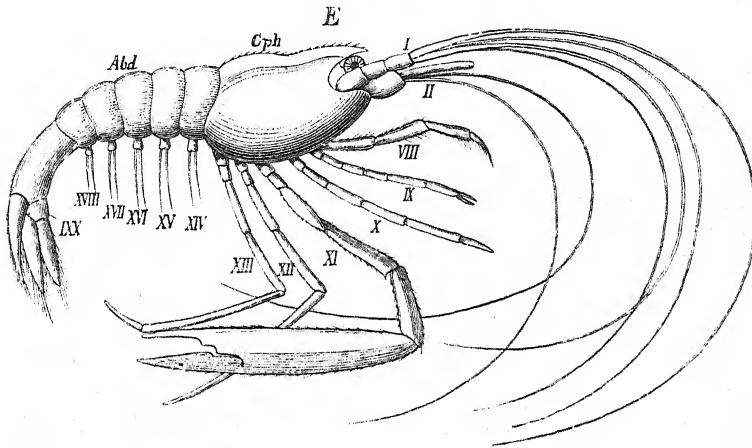


Fig. 112. **Erwachsenes Tier.**

entstanden. Das Schizopodenstadium ist uns als Mysisstadium bei der Entwicklung unserer Krebse bekannt. Sie werden mit Recht bemerken, daß zwar vieles für diese Auffassung spreche, daß aber damit noch keineswegs bewiesen sei, daß die Ontogenese eine Wiederholung der Phylogenese ist. Das ist, wie gesagt, richtig: beweisen läßt es sich nicht, denn wir haben der Phylogenie nicht persönlich beigewohnt, aber wahrscheinlich haben wir unsere Auffassung m. E. bereits gemacht, und wenn wir nun nachweisen können, daß bei allen krebserartigen Tieren, wie verschieden ihr Äußeres auch sein mag, ein Naupliusstadium gefunden wird, dann dürfen wir wohl schließen, daß dies mehr als Zufall ist, und daß der Nauplius in der Tat die Larvenform des gemeinsamen Urahnen aller dieser Tiere ist. Sehen wir also zunächst, ob die verschiedenen Krebsgruppen stark verschieden sind. Die Antwort lautet: so verschieden, daß Sie gewiß eine Anzahl dieser Tiere nicht als Krebse erkennen würden. Daphnia, Squilla, Seepocke und Entenmuschel, Schizopoden (Mysis), Sacculina und die Walfischläuse sind, wie sie sehen¹⁾, so verschiedene Tiere, daß man sie nicht leicht für Verwandte halten würde. Trotzdem durchlaufen diese Tiere alle ein Naupliusstadium. Kann man schöneren Beweis für ihre gemeinsame Abstammung verlangen?

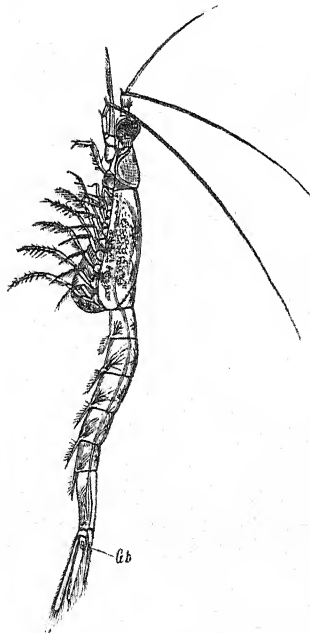


Fig. 113. **Mysis oculata**
(nach G. O. SÄRS).

1) Abbildungen auf S. 270, 271.

Ein sehr interessanter Beweis für die Hypothese, daß die Ontogenese eine abgekürzte Phylogenese sei, wurde bereits 1873 von WÜRTEMBERGER an fossilen Ammoniten erbracht.

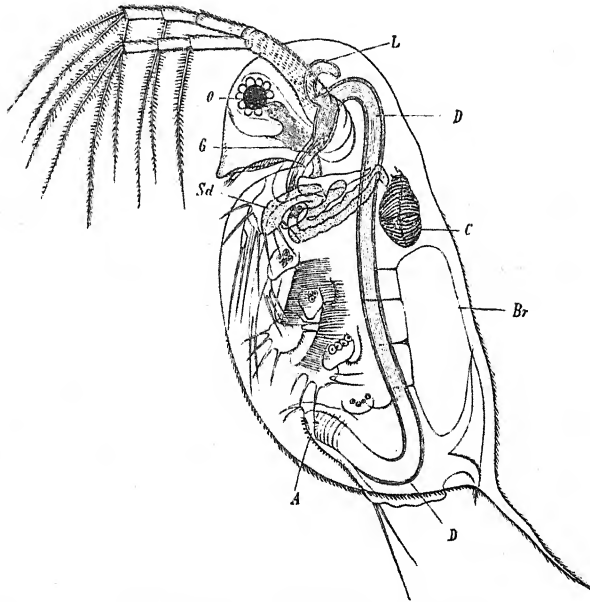


Fig. 114. **Daphnia** (nach CLAUS).

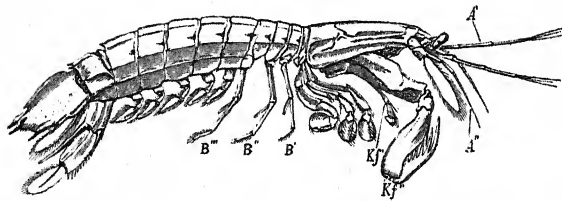


Fig. 115. **Squilla mantis** (nach CLAUS).

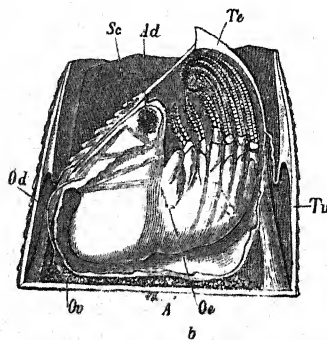


Fig. 116. **Balanus tintinnabulum**
(nach CH. DARWIN).

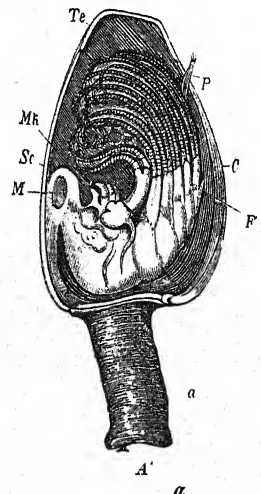


Fig. 117. **Lepas**
(nach CLAUS).

Sie wissen, daß eine Ammonite ein Cephalopode war mit spiralig gewundener Schale. Es lebten damals aber verschiedene Ammonitenarten, welche, wie dies bei vielen Lebewesen der Fall ist, die Artmerkmale erst im erwachsenen Zustande zur Schau trugen.

Nun wächst bei den Ammoniten die Schale am Vorderende, und demzufolge sind die nach außen gelegenen Windungen und Kammern stets größer als die dem Zentrum näherliegenden.

Man spricht nun von äußeren vorderen und von inneren hinteren Kammern. Man kann sie selbstverständlich auch der Reihe nach nume-

rieren. So hat untenstehende, im Längsschnitt abgebildete Ammonite 52 Kammern. Ein solches Tier zeigte nun z. B. an der Außenseite von Kammern 50—52 Höcker auf der Schale, während die übrigen

Fig. 118.

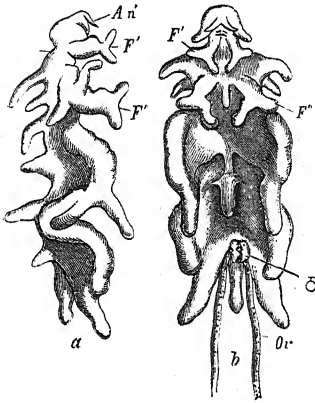


Fig. 119.

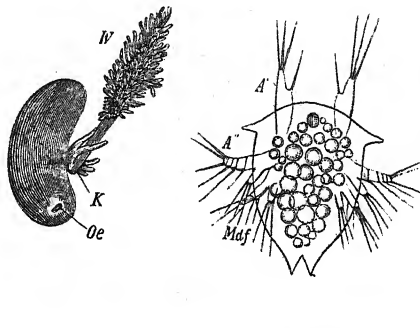


Fig. 118. Die beiden Geschlechtstiere von *Chondracanthus gibbosus* (nach CLAUS). *a* Weibchen in seitlicher Lage; *b* dasselbe von der Bauchfläche mit anhaftenden Männchen (♂).

Fig. 119. *Sacculina purpurea* (nach FR. MÜLLER). Die linke Figur stellt das erwachsene Tier dar; die rechte die Naupliuslarve. *W* Wurzelläufer, welche in den Körper der Krabbe eindringen; *Oe* Öffnung des Mantelsackes.

Teile der Schale solche Höcker nicht aufwiesen. Eine andre Art dagegen zeigte an Kammern 50—52 Stacheln, und auf der nächsten inneren Windung z. B. bei Kammern 40—42 genau solche Höcker, wie die erste Art auf der äußeren Windung bei Kammern 50—52. Eine dritte Art zeigt die Höcker auf einer noch weiter nach innen gelegenen Windung.

Mit anderen Worten: die neuen phyletischen Merkmale zeigen sich erst beim erwachsenen Tiere, werden dann aber in der Ontogenese auf jüngere Stadien zurückgeschoben, je nachdem sich neue Umbildungen beim Tiere vollziehen, so daß die phyletischen Veränderungen des erwachsenen Tieres stets tiefer in der Ontogenese der Art auftreten.

Von einer einzigen Ammonitenschale läßt sich also in solchen Fällen die Phylogenese ablesen.

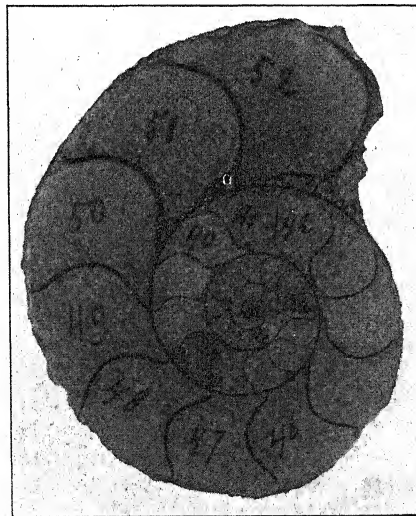


Fig. 120. Längsschnitt eines in Hallstadt (Salzkammergut) gekauften Ammoniten.

Daß man dieses feststellen konnte, verdankt man dem erfreulichen Umstande, daß die Arten fossil in aufeinander folgenden Schichten aufbewahrt blieben. Hieraus ersah man, welche die jüngeren, welche die älteren Arten waren.

Derartige Tatsachen stellte WEISMANN bei rezenten Raupen fest. So ließen sich noch zahllose Beispiele für die Hypothese, daß die Ontogenese eine verkürzte Phylogenese sei, beibringen. So werden die seit der Kreidezeit bereits verschwundenen Finger der Vögel noch bei jedem Vogelembryo angelegt, um später zu verschwinden; so werden bei vielen Säugern prälakteale Zähne in den Kiefern des Embryos gefunden, welche uns verraten, daß Ahnen gelebt haben, bei welchen nicht nur unser Milchgebiß das definitive Gebiß war, sondern daß diese noch ein anderes Gebiß besessen haben müssen, welches von unserem Milchgebiß verdrängt ist: so werden bei den Walen, welche keine Zähne haben, im Embryo noch Zahntaschen angelegt, welche andeuten, daß ihre Urahnen Zähne besaßen. So findet sich in den Pollenkörnern der Phanerogomen ein vegetativer Nucleus als Rest eines einstigen Prothalliums, so zeigt die Kopulation des zweiten generativen Nucleus mit dem Endospermnucleus der Phanerogomen, daß einst zwei aktive generative Nuclei vorhanden waren, deren jeder eine Eizelle befruchten konnte, und zeigen die zilienträgenden Spermatozoen von Ginkgo, daß die Befruchtung bei den Ahnen der Spermatophyten im Wasser stattfand.

Ich glaube, daß dies alles Tatsachen sind, welche nur durch die Annahme einer Evolution der höheren Lebewesen aus niedrigeren erklärt werden können.

Wir sahen also, daß die Ontogenese eine abgekürzte Phylogenese ist, abgekürzt öfters in dem Sinne, daß ganze Stücke fehlen, und kompliziert — worauf ich jetzt hinweisen will — durch Anpassungen auf verschiedene Lebensstadien.

So besitzt die freilebende Naupliuslarve einen festen Chitinpanzer, während das Naupliusstadium der in vollkommenem Zustande aus dem Ei schlüpfenden Krebse nur ein sehr dünnes Häutchen besitzt.

Die Auffassung der Ontogenese als eine abgekürzte Phylogenese ist aber nicht ohne Gegner geblieben. Die ganze Sache ist von CORÉ [1895] in so klarer Weise diskutiert, daß ich seine Schlußfolgerungen hier verbatim mitteilen möchte:

An objection to the theory of parallelism in its full sense has been recently put forward [Natural Science 1893, p. 195] by Mr. C. Herbert Hurst. He says: „My object now is to show that in neither case can a record of the variation at any one stage of evolution be preserved in the ontogeny, much less can the ontogeny come to be a series of stages representing in proper chronological order some of the stages of adult structure which have been passed through in the course of evolution.“ Again: „The early stages of the fish embryos are very like those of the bird embryo. These two do correspond to each other. The statement that the embryonic structure of a bird follows a course which is from beginning to end roughly parallel with, but somewhat divergent from, the course followed by a fish, is borne out by the actual facts. A bird does not develop into a fish and then into a reptile and then into a bird. There is no fish-stage, no reptile-stage, in its ontogeny. The adult resembles an adult fish only very remotely. Every earlier stage resembles the corresponding earlier stage of the fish more closely. There is a parallelism between the two ontogenies. There is no pa-

parallelism between the ontogeny and the phylogeny of either a bird or any other animal whatever. A seeming parallelism will fall through when closely examined." „The promise that this theory gave of serving as the guide to knowledge of past history without the labor involved in paleontological research, was indeed tempting: and where the royal road to learning has been shown by it, it is not surprising that some zoologist should have entered for the race along this road. To what goal that road has led may be learned by a comparison of the numerous theories as to the ancestry of the „Chordata“ which have been put forward by those who have adopted the theory without enquiring as to its validity.“

I have made this quotation as showing the point of view from which the doctrine of parallelism when incorrectly stated may be assailed. There is truth in the author's accusation that embryologists who have not used their results with proper caution, have been frequently led to incorrect and even absurd results. The errors of this class of biologists are mainly due to their ignorance of species in the adult state, and their ignorance of systematic biology or taxonomy. They profess to regard this branch of the science as only suitable for beginners, and as comparatively unimportant as compared with their own; yet one might as well attempt the study of philology without a knowledge of alphabets, as to study phylogeny without the knowledge of natural taxonomy: The correct discrimination of species, genera, etc. imposes much greater burdens on the faculty of judgment, than does anything to be found in any science which includes observation and record only. But Mr. Hurst's statement is somewhat overdrawn, and he does not give embryologists the credit which is due to their theory of recapitulation. I think he will find the following, which I wrote in 1872 to be a correct statement of the facts, and a fair induction as to principles.

„The smaller the number of structural characters which separate two species when adult, the more nearly will the less complete of the series be identical with an incomplete stage of the higher species. As we compare species which are more and more different, the more necessarily must we confine the assertion of parallelism to single parts of animals and less to the whole animal. When we reach species as far removed as man and a shark, which are separated by the extent of the series of vertebrated animals, we can only say that the infant man is identical in its numerous origins of the arteries from the heart, and in the cartilaginous skeletal tissue, with the class of sharks, and but in few other respects. But the importance of this consideration must be seen from the fact that it is on single characters of this kind that the divisions of the zoologist depend.

Hence we can say, truly that one order is identical with an incomplete stage of another order, though the species of the one may never at the present time bear the same relation in their entirety to the species of the other. Still more frequently can we say that such a genus is the same in character as a stage passed by the next higher genus; but when we can say this of species it is because their distinction is almost gone. It will then depend on the opinion of the naturalist as to whether the repressed characters are permanent or not. Parallelism is then reduced to this definition: that each separate character of every kind, which we find in a species, represents a more or less complete stage of the fullest growth of which the character appears

to be capable. In proportion as those characters in one species are contrasted with those of another by reason of their number, by so much must we confine our comparison to the characters alone, and the divisions they represent, but when the contrast is reduced by reason of the fewness of differing characters, so much the more truly can we say that the one species is really a suppressed or incomplete form of the other. The denial of this principle by the authorities cited has been in consequence of this relation having been assigned to orders and classes, when the statement should have been confined to single characters, and divisions characterized by them. There seems, however to have been a want of exercise of the classifying quality or power of „abstraction“ of the mind on the part of the objectors.“

It is, nevertheless true that the records brought to light by embryologists are very imperfect¹⁾, and have to be carefully interpreted in order to furnish reliable evidence as to the phylogeny of the species examined. An illustration of this is the fact that the species characters appear in many embryos before those which define the order or the family, although it is certain that the latter appeared first in the order of time. Most of the important conclusions as to the phylogeny of vertebrata demonstrated by paleontology have never been observed by embryologists in the records of the species studied by them. Thus I have shown that it is certain that in the amniote vertebrates the intercentrum of the vertebral column has been replaced by the centrum; yet no evidence of this fact has been observed by the embryologist. If we could study the embryonic development of the vertebral column of the Permian and Triassic Reptilia, the transition would be observed, but in recent forms caenogeny²⁾ has progressed so far that no trace of the stage where the intercentrum existed can be found.

Again I have demonstrated by palaeontological evidence that the lines of the ungulate Mammalia originated from a bunodont pentadactyle plantigrade ancestor; but embryonic research has failed to discover the preservation of a record of this fact in the ungulates at present existing. The embryo of the horse is not pentadactyle, nor even tridactyle, although tridactyle horses persisted late in geological time. Nor has embryonic research demonstrated a four-toed stage in the Bovidae (oxen etc.), although there is no doubt that they descended directly from an ancestor so characterized. Any number of similar cases might be cited to show the prevalence of inexact parallelism or caenogeny. If we could study the embryology of the many extinct forms of life, the missing stages would all be found, but as we have not the opportunity of pursuing this important research, we have to rely on paleontology for our phylogeny. Paleontology is, and always will be, imperfect, but all that we get is palingeny, or the phylogeny itself, and not on inverted and distorted record of it.“

Da also die Ontogenie nur eine sehr unvollständige und durch äußere Bedingungen öfters modifizierte Abkürzung der Phylogenie ist, braucht kaum betont zu werden, daß beim „Lesen“ dieser Ontogenie die äußerste Vorsicht geboten ist, zumal dann, wenn man von der Natur mit einer lebhaften Phantasie begabt wurde.

So würde ich nicht gerne alles unterschreiben, was HAECKEL aus der Ontogenese des Menschen ableitet, in welcher er ein Protisten-

1) Vergleiche das bereits oben hierüber Gesagte.

2) Verwischung durch Abkürzung der Entwicklung.

stadium, ein Gasträastadium, ein Prochordastadium, ein Acraniumstadium, ein Zyklostomenstadium, ein Fischstadium usw. unterscheidet.

Es bietet sich hier ungezwungen eine Gelegenheit, die Stellung HAECKELS, des hochverehrten und vielgeschmähten Priesters der Evolutionslehre, zu dieser zu kennzeichnen.

Hochverehren und viel schmähen sind Extreme, und wie gewöhnlich, liegt die Wahrheit in der Mitte. Ich rede hier von HAECKEL als dem Verkünder der Evolutionsidee; als Untersucher ist er gewiß hoch zu verehren.

Als Verkünder der Evolutionslehre muß man HAECKEL, den jugendlichen Greis, im Lichte seiner Zeit, in seiner eigenen geistigen Ontogenese betrachten. HAECKEL war und ist ein Enthusiast; ich machte erst vor wenigen Jahren seine Bekanntschaft und war erstaunt und entzückt über das jugendliche Feuer und die Liebe zu seiner Wissenschaft bei dem damals 68jährigen. Tief ergriffen von dem großartigen Gedanken, welcher die Lebenslehre in neue Bahnen gelenkt hat, von DARWINS Lehre, warf HAECKEL sich als Verkünder und Verteidiger derselben auf; er wurde DARWINS Apostel, und das in einer Zeit, wo die ganze Welt, wo zumal gewisse Kreise in Deutschland dessen Lehre sehr feindlich entgegentraten. In wie hohem Grade letzteres der Fall war, können wir Jüngeren kaum ahnen; aber zweifellos war HAECKELS Auftreten ein Beweis großen sittlichen Muts, ein gefahrvolles Unternehmen, durch welches nicht nur seine akademische Laufbahn, sondern sogar seine Freiheit bedroht wurde.

HAECKEL verspürte nämlich schon bald, daß kirchliche Dogmen am meisten die Verbreitung von DARWINS Lehre verhinderten, und so wurde er allmählich der Bestreiter par excellence aller kirchlichen Dogmen.

An und für sich betrachtet, kann ich darin nur ein Verdienst erblicken, aber er selbst fiel alsbald in den Fehler, welchen er an seinen Gegnern so scharf rügte: er wurde selbst Dogmatiker. Sein Atheismus ist — obwohl er selbst das zweifellos verneinen wird — ebenso dogmatisch wie der dogmatischste aller kirchlichen Lehrsätze.

Jetzt ist HAECKEL — ich wiederhole es mit Wehmut — Dogmatiker und nun scheint mir das Charakteristische eines solchen — man verstehe mich wohl, das Charakteristische! — Ausnahmen bestätigen die Regel — daß er blind wird für alles was seinem Dogma widerspricht, was so weit geht, daß schließlich sogar der Ehrlichste vom Pfade der Wahrheit abweicht. Dieser bedauernswerten Folge der dogmatischen Auffassungen ist HAECKEL nicht entkommen. Mit Recht wurde ihm vor kurzem von Dr. FRIEDRICH LOOFS, Professor der Kirchengeschichte in Halle, in dessen Anti-Haeckel nicht nur großer Kenntnismangel auf theologischem Gebiete, sondern sogar die unrichtige Wiedergabe historischer Tatsachen vorgeworfen. Letzteres war dadurch verursacht, daß er ein quasi-theologisches Buch¹⁾ ernst genommen hatte, welches nur ein stark bevorurteilter Mensch so nehmen konnte.

Ich glaube deshalb HAECKEL nicht besser charakterisieren zu können als indem ich ihn den unerschrockenen Streiter für die Evolutionsidee nenne, einen vollkommen selbstlosen Charakter, welcher der Wissenschaft große Dienste erwiesen hat, aber der, durch die ununterbrochene Verteidigung von DARWINS Lehre endlich zum Niveau eines

1) SALADIN, Jehovas gesammelte Werke.

Dogmatikers heruntersank, was all diejenigen schlechten Folgen nach sich zog, welche — in der Regel — mit dogmatischen Auffassungen verbunden sind.

Wenn ich also nicht gerne alle von HAECKEL aus der Ontogenese des Menschen abgeleiteten Schlüsse unterschreiben möchte, so bin ich ebensowenig geneigt ins andere Extrem zu verfallen und den Menschen als eine — außerhalb des Tierreichs stehende — spezielle Schöpfung der Gottheit zu betrachten.

Schon das Auftreten von Kiemenbogen und Kiemenspalten am Menschenembryo deutet auf Urahnen, welche im Wasser lebten, und die große Übereinstimmung im Körperbau zwischen dem Menschen und den anthropoiden Affen zwingt zu der Annahme einer Verwandtschaft dieser beiden. Wir werden alsbald sehen, daß auch auf chemischem Wege diese Verwandtschaft nachgewiesen werden kann.

Obgleich wohl kein Naturforscher an der gemeinsamen Abstammung des Menschen und der Affen zweifelt, ist gerade diese Lehre der Grund, weshalb die Evolutionstheorie in der Naturwissenschaft fremden Kreisen so stark bestritten wird.

Unseren Gegnern steht dabei die menschliche Eitelkeit, welche sich angenehm gekitzelt fühlt durch die Lehre, daß der Mensch das Ebenbild Gottes sei, dagegen recht unangenehm berührt wird durch die Idee einer wenn auch noch so entfernten Verwandtschaft mit den Affen, als mächtige Bundesgenossin zur Seite. Sie dient natürlich nicht als Motiv der Bestreitung, aber man sieht in den Evolutionstheorien eine Leugnung des göttlichen Schöpfungsaktes, durch welchen die Menschheit entstanden sein soll, und betrachtet sie darum als eine große Gefahr für überhaupt alle Religion.

Über die Affenabstammung des Menschen kann man streiten, wobei aber meines Erachtens die Eitelkeit als sich ergötzender Mephisto manchmal eine wichtige Rolle spielt. Die Gefahr für die Religion erscheint mir vollkommen imaginär. Bereits in meiner Einleitung habe ich hervorgehoben, daß eine Evolutionslehre nie ein Beweis gegen die Existenz einer Gottheit sein kann, und die Sache betrachtend von dem Standpunkt derer, welche fest an die Existenz eines Gottes glauben, kann ich nicht einsehen, daß eine Menschen aus Lehm knetende Gottheit höher stünde als eine solche, welche im kleinsten Plasmateilchen die Fähigkeit zu höherer Entwicklung niederlegte.

Wenn ich jedoch weiter hierauf einging, würde ich mich auf theologisches Gebiet begeben, auf welchem mir mit Recht große Unkenntnis vorgeworfen werden könnte; ich war aber der Meinung, der weitverbreiteten Ansicht, als schlosse die Evolutionslehre, welche den Menschen einschließt, überhaupt jeden Gottesglauben aus, entgegenzutreten zu müssen. Daß Religion und Evolutionslehre friedlich nebeneinander bestehen können, wofür man den Menschen nur ausschließt, das wurde von der dogmatischsten und anpassungsfähigsten aller Kirchen, von der katholischen, schon längst zugegeben.

Wenden wir uns von der für das Urteil des Naturforschers immer gefährlichen Grenze des theologischen Gebietes ab, und begeben wir uns auf das der menschlichen Eitelkeit. Dort können Naturforscher und Theologen sich als ebenbürtig begrüßen, denn die mittlere Eitelkeit beider Gruppen wird wohl ungefähr dieselbe sein; meine Eitelkeit bestärkt mich sofort in dieser Meinung, während sie mir sogar zuflüstert,

daß das M der theologischen Eitelkeit doch wohl etwas größer als das der Naturforscher ist.

Dem sei, wie ihm wolle. Worauf aber, so fragen wir, beruht denn eigentlich die Verletzung unserer Eitelkeit, wenn eine Verwandtschaft zwischen Mensch und Affe behauptet wird? Ich glaube, auf dem Vergleich von Extremen, denn man kann ruhig annehmen, daß eine gefeierte Schönheit eines westeuropäischen Salons nur wenig minder durch den Vergleich mit einem Hottentottenweibe beleidigt sein würde; und wer es wagte, einen Couleurstudenten mit dem Zurufe „Sie Hottentott!“ zu begrüßen, würde ebenso sicher gefordert werden, als wenn er „Sie Schimpansee!“ sagte.

In der Tat denken wir, sobald von einer Verwandtschaft zwischen Mensch und Affe geredet wird, unwillkürlich sofort an den gewaltigen Unterschied zwischen einem zivilisierten Arier und einem Schimpansee, und zwar noch meistens an einen recht schönen Repräsentanten der ersteren und einen recht häßlichen der letzteren Sippe.

Ein solcher Vergleich ist aber offenbar ungerecht. Vergleichen wir die niedrigsten Menschenrassen mit den höchsten Affenrassen, so ist der Unterschied bei weitem nicht so groß, und mancher, welcher sich mit aller Macht gegen die Abstammung seiner werthen Person vom Affen sträubt, würde sich in seiner Würde als Mensch durch den Nachweis, daß Buschmänner oder Hottentotten mit Affen verwandt sind, gar nicht gekränkt fühlen.

Sehen wir jetzt einmal, ob es triftige Gründe gibt, die Grenze des Tierreiches zwischen Affen und dem Menschen zu ziehen.

Was den anatomischen Bau betrifft, gewiß nicht, ebensowenig was die Fortpflanzung oder die Embryologie angeht, in all diesen Hinsichten bewährt sich der Mensch als ein echtes Säugetier.

Gibt es denn sonst einen prinzipiellen Unterschied? Darf man vielleicht die sogenannte Seele des Menschen als etwas ganz Besonderes, als ein Etwas sui generis auffassen, als etwas, das den Tieren völlig abgeht? Gewiß nicht: sowohl diejenigen, welche den Körper als ein Produkt der Seele, als diejenigen, welche die Seele als ein Produkt des Körpers betrachten, sind überzeugt, daß unsere geistigen Eigenschaften im Gehirn lokalisiert sind. Nur Dichter, welche bekanntlich mit dem „Herzen“ fühlen, bilden hier eine Ausnahme.

Wenn also den Tieren eine Seele abginge, würde ihnen auch ein dem unsrigen vergleichbares Gehirn fehlen; es macht hier gar nichts aus, ob man das Gehirn als ein von der Seele bespieltes Instrument betrachtet, oder als ein Organ, welches selber die Gedankenäußerungen erzeugt. Nun ist aber erwiesen, daß zwischen dem Gehirn des Menschen und dem der höheren Tiere kein so großer Unterschied besteht, daß man ersteres nicht als eine Vervollkommnung des letzteren betrachten könnte.

Eine andere, vielfach vertretene Auffassung spricht den Tieren ein Gewissen ab, und findet darin einen scharfen Gegensatz zwischen Mensch und Tier. Als ob ein Tier kein Gewissen hätte! Nur diejenigen, welche nie einen Hund gehalten haben, können dies behaupten. Betrachten Sie den Unterschied im Betragen Ihres Pudels bei Ihrer Heimkunft, wenn er ruhig in seinem Korb gelegen hat oder wenn er Ihre Sofaecke als Ruheplatz benutzt hat, und sagen Sie mir dann, ob ein Tier ein Gewissen hat oder nicht. Gewiß ein viel weniger entwickeltes Gewissen als das Ihrige, aber ist nicht das menschliche Gewissen bei verschiedenen

Individuen und Rassen ebenfalls von sehr verschiedenem Entwicklungsgrad?

Öfters meint man, daß es durchaus unmöglich sei, die Entstehung des Gewissens auf evolutionärem Wege zu erklären; mit Unrecht!

Was ist Gewissen? Das Vermögen zwischen Gutem und Bösem zu unterscheiden; und wiewohl Gutes und Böses keineswegs absolute Begriffe sind — die sehr auseinandergehenden Auffassungen täglich vorkommender Situationen durch verschiedene Individuen oder Völker zeigen dies zur Genüge — ist diese Definition nicht so übel.

Wir müssen, wenn wir sie verwenden wollen, jedoch versuchen, uns klarzumachen, was Gutes und was Böses ist, und wenn ich auch nicht so weit gehen will wie diejenigen, welche behaupten, daß Tugend nur auf der Angst vor den schlechten Folgen des Lasters beruhe, so muß ich doch zugeben, daß in dieser Behauptung ein Kern von Wahrheit steckt, denn dasjenige, welches von unserem Gewissen als gut bezeichnet wird, ist unserem körperlichen Wohlbefinden zuträglich. Und darin liegt meines Erachtens der Schlüssel zu der Erklärung der Entstehung des Gewissens.

Schon bei den niedrigsten Lebewesen besteht ein Vermögen, sich schlechten Einflüssen zu entziehen: vor gewissen einem Kapillarröhrchen entströmenden Giften schrecken bereits so niedrige Mikroorganismen wie Bakterien zurück; ein betrunken gemachter Affe wollte nachher keinen Alkohol mehr anrühren¹⁾. In diesem Vermögen erblicke ich das Prototyp eines Gewissens, das bei uns zweifellos eine im Tierreich unbekannte Höhe erreicht hat, das aber zuweilen, wie unsere Trunkenbolde beweisen, weniger entwickelt sein kann als bei dem obengenannten Affen, welcher, nachdem er einmal hereingefallen war, den Alkohol mied.

Gibt es nun, so dürfen wir wohl fragen, außer den bereits entwickelten allgemeinen Betrachtungen und der ontogenetischen Beobachtung noch ein frappanteres Indizium für die Verwandtschaft der Tiere untereinander, und ist dabei der Mensch ein- oder ausgeschlossen?

Machen wir dazu Bekanntschaft mit dem sehr lesenswerten Artikel von Prof. UHLENHUTH: „Ein neuer Beweis für die Blutsverwandtschaft zwischen Menschen- und Affengeschlecht.“

Es dürfte Ihnen bekannt sein, daß die krankheitsregende Kraft der Diphtheriebakterien in dem Vermögen besteht eine für den Menschen äußerst giftige Substanz, das Diphtheriegift zu bilden.

Dieses Gift kann man isolieren. Spritzt man nun einem Pferde dieses Diphtheriegift ein, so wird in dem Blute dieses Tieres ein Gegengift gebildet. Zapft man dann dem Pferde Blut ab, und trennt man die Blutflüssigkeit, das Serum, von den darin schwebenden Blutkörperchen, so erhält man ein sogenanntes Heilserum, welches das Gegengift der Diphtheriebakterien enthält.

Wenn man nun in einem Reagenzröhrchen Diphtheriegegengift mit Diphtheriegift vermischt, so wird letzteres vernichtet und also unschädlich gemacht.

Diese Eigenschaft, ein Gegengift zu bilden, ist keineswegs auf das Pferd beschränkt; im Gegenteil das Blut der verschiedensten Tiere kann gegen sehr verschiedene Bakterientoxine Gegengifte bilden, und

1) DARWIN, Descent of Man p. 7: „An American Monkey, an Ateles, after getting drunk on brandy, would never touch it again and thus was wiser than many men“.

nicht nur gegen Bakterientoxine, sondern auch gegen andere Gifte, wie Schlangengift, Rizin etc.

Viele dieser Gegengifte verursachen in einer Lösung des antagonistischen Giftes ein Präzipitat und werden deshalb Präzipitine genannt. Aber nicht nur Bakteriengifte oder Schlangengift sind schädlich für den Körper der Tiere, sondern das Blutserum der einen Tierart wirkt wie eine Art Gift auf die andere Tierart.

Damit hängt die Tatsache zusammen, daß das Blut irgend einer Tierart Präzipitine bilden kann, welche die im Serum einer anderen Tierart aufgelösten Eiweißsubstanzen präzipitieren können.

Diese Präzipitine sind spezifischer Natur, d. h. daß gegen jede Serumart ein bestimmtes Präzipitin gebildet wird.

Spritzt man z. B. einem Kaninchen Pferdeserum ein, so bildet das Kaninchen ein Präzipitin, das Pferdeserum präzipitiert, aber kein Menschen- oder Hundeserum -- ich nenne nur ein paar andere Wesen.

Mit Hilfe dieses Präzipitins kann man also bestimmen, ob ein Serum unbekannter Herkunft von einem Pferde oder von einem anderen Tiere herrührt, m. a. W. man kann damit Pferdeserum von anderen Sera unterscheiden.

Spritzt man dagegen einem Kaninchen Menschenserum ein, so bildet das Tier ein Präzipitin, welches wohl in Menschenserum, aber z. B. nicht in Pferdeserum einen Niederschlag verursacht.

Solche Präzipitine können also als Reagentien verwendet werden, um zu bestimmen, ob Blut von einem Menschen, von einem Pferde, oder von irgend einem anderen Tiere herrührt.

Diese Untersuchung ist so leicht ausführbar und so zuverlässig, daß sie in Preußen, Österreich und anderen Ländern bei gerichtlicher Untersuchung von Blutflecken benutzt wird.

Daß man sich bei der Untersuchung menschlicher Blutflecke auf diese Methode verlassen kann, liegt aber nur an dem Umstande, daß Affen bei uns so höchst selten herumlaufen; denn wenn z. B. ein Mensch einen Affen getötet und das Blut dieses Tieres seine Kleider bespritzt hätte, und dieser Mensch eines Mordes verdächtig dem Gerichte zugeführt würde, so würde eine Untersuchung dieser Affenblutflecken mittels der Präzipitinmethode zu einem gerichtlichen Irrtum führen können. Und zwar aus folgendem Grunde.

Nähere Untersuchung zeigte nämlich, daß z. B. das Präzipitin, welches Pferdeserum präzipitiert, auch noch in anderen Sera einen zwar schwächeren aber doch deutlichen Niederschlag verursachen kann, aber nur in Sera von mit dem Pferde verwandten Tieren, wie Esel, Maulesel, Zebra etc.

Auch dieses gilt nicht nur für Präzipitine, welche Pferdeserum precipitieren, sondern für alle Präzipitine. Oder mit anderen Worten:

Ein spezifisches Präzipitin präzipitiert nicht nur Serum einer bestimmten Tierart, sondern auch Sera der mit dieser Tierart verwandten Arten.

Dies wurde von NUTTAL für 900 verschiedene Fälle bewiesen, nachdem UHLENHUTH es bereits für Pferd und Esel, zahmes Schwein und Wildschwein, Hund und Fuchs, Schaf, Ziege und Kuh nachgewiesen hatte.

Wenn ich also z. B. im Besitze eines Pferdeblutserum präzipitierenden Präzipitins bin, und man mir eine Reihe mit Sera gefüllter Reagenzröhrchen gibt, von deren Herkunft ich nichts weiß, so kann

ich über diese Sera manches aussagen, manches auch nicht. Die Röhrchen enthalten z. B. Kaninchen-, Hühner-, Fisch-, Pferde- und Eselblut, was mir aber unbekannt ist; mittels meines Präzipitins kann ich nun sagen, jenes Röhrchen enthält Pferdeblut, dieses Blut eines mit dem Pferde verwandten Tieres, und die übrigen Blut mir unbekannter, aber gewiß nicht mit dem Pferde verwandter Tiere.

Weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand zeigten nun, daß die Niederschläge in Sera nahe verwandter Tiere nur wenig Unterschied in Intensität aufweisen, daß aber der Niederschlag um so schwächer wird, je entfernter die Verwandtschaft ist.

Wir haben also in den Präzipitinen ein Mittel, zu bestimmen, ob zwischen zwei Tieren eine Verwandtschaft nicht zu sehr entfernten Grades besteht.

Mit dieser Kenntnis bewaffnet, schritt NUTTALL zur Untersuchung der Verwandtschaft zwischen Mensch und Affen, mit diesem Resultat:

Das Präzipitin, welches Menschenblut präzipitiert, verursacht auch bei Affen einen Niederschlag und zwar beim Orang-Utan und beim Schimpansee einen fast ebenso starken, wie der im Menschenblut; bei anderen Affen der Alten Welt einen viel weniger intensiven und bei denen der Neuen einen noch weniger starken.

Präzipitin, welches Menschenserum präzipitiert, präzipitiert also auch Affenblutserum, aber kein Serum irgend einer anderen Tierart.

Deutet dies nicht sehr bestimmt auf eine Verwandtschaft zwischen Mensch und Affe hin, und ist der Beweis nicht so schlagend, als man, bei der Unmöglichkeit des direkten Experiments, nur verlangen kann?

Werfen wir noch einen Blick auf einen anderen schwerwiegenden Beweis für die Evolution, auf die Erscheinungen des Atavismus.

Als Beispiel von Atavismus nannte ich Ihnen bereits den Rückschlag gekreuzter zahmer Taubenrassen auf einen Vogel, welcher kaum von der wilden Felsentaube zu unterscheiden ist.

Einen ähnlichen Fall berichtet NOORDDUYN (1903) für Karienvassen. Die wilde Kanarie von Teneriffa ist nicht gelb, sondern grün gefleckt. Durch Kreuzung verschiedener Kanarienvassen konnte er die ursprüngliche Färbung der wilden Art wiederherstellen.

In diesen Fällen tritt der noch lebende, direkte Ahne der Rassen wieder auf. Aber der Rückschlag kann noch viel weiter gehen. Aus dem bisweiligen Vorkommen eines schwarzen Rückenstreifens bei Eseln und bei isabellfarbigen Pferden, vermutete man bereits seit lange, daß die Ahnen dieser Tiere gestreift waren, etwa wie die Zebras. Bei Maultieren findet man bei etwa 2 Proz. der Individuen Streifung der Beine, in anderen Ländern ist das Auftreten einer solchen Streifung noch viel häufiger; ich habe mich selbst davon in Nordamerika überzeugen können. Aber nicht nur bei Kreuzung wird ein solcher Rückschlag beobachtet: DARWIN berichtet über ein Vollblutfohlen, welches ähnliche Streifen zeigte und seitdem sind verschiedene dergleichen Fälle bekannt geworden.

Wie läßt sich dies anders erklären als durch eine Abstammung von gestreiften Ahnen?

Aber ein noch weit frappanteres Beispiel ist bekannt. Wir halten — aus überzeugenden paläontologischen Gründen — dreizehige Pferde für die Ahnen unserer einzeihigen.

Von Zeit zu Zeit nun, sehr selten zwar, wird noch jetzt ein dreizehiges Pferd geboren und MARSH, der bekannte Paläontologe, sah selber

ein solches lebendiges Exemplar. Während meines Aufenthaltes in Amerika befand sich ein lebendes dreizehiges Pferd in einer umherziehenden Menagerie; leider kam dieselbe meinem damaligen Wohnorte, Baltimore, nicht nahe genug, um mir einen Besuch zu ermöglichen.

Lassen diese und dergleichen Fälle, in ihrer Gesamtheit betrachtet, eine andere Erklärung zu, als die durch Abstammung von anders gebauten Ahnen?

Hoffentlich, jedenfalls nach meinem besten Wissen, habe ich, meine Damen und Herren, Ihnen unparteiisch einige der Hauptgründe, auf welchen die Evolutionslehre beruht, auseinandergesetzt. Wie gesagt, blieben vorläufig die paläontologische und geographische Evidenz — keineswegs die geringeren — unbetrachtet.

Ich für meine Person, kann nicht anders einsehen, als daß die Evolutionslehre eine unabweisbare Folgerung aus den beobachteten Tatsachen ist. Die Erklärung der Evolution selbst aber ist damit noch nicht gegeben, es ist noch nicht verfolgt worden, wie und unter welchen Einflüssen die fortschreitende Vervollkommenung geschah. Diese Erklärung zu versuchen, ist die Aufgabe der Evolutionstheorien, zu deren Behandlung wir jetzt schreiten.

Siebzehnte Vorlesung.

Übersicht der vor DARWIN herrschenden Anschauungen über den Wert des Artbegriffes, p. 281. BUFFON, p. 282. Seine Gedanken über die Fortpflanzung, p. 293. Anklänge seiner Ideen über Molécules Organiques an DARWINS Pangenesis, p. 298. ARISTOTELES über die Kontinuität der Lebewesen, p. 299. LEIBNITZ über den gleichen Gegenstand, p. 299. REAUMURS Einwendungen, p. 299. FLOURENS und CUVIERS Meinung, p. 300. CUVIERS Korrelationenlehre, p. 301.

Meine Damen und Herren! Als ich mir die Aufgabe stellte, Ihnen in den nächstfolgenden Stunden eine Übersicht der Auffassungen zu geben, welche vor DARWIN auf naturwissenschaftlichem Gebiete über den Wert des Artbegriffes herrschten, war ich mir der Schwierigkeit der Aufgabe völlig bewußt.

Die Wissenschaft schreitet mit solchen Riesenschritten vorwärts, daß es nicht nur unmöglich ist, in einem Menschenleben mehr als einige wenige dieser Schritte zu verfolgen, sondern daß auch die Menge der neuen auf uns einwirkenden Tatsachen so groß wird, daß von unsrem Gehirn nur jener Teil gehörig verarbeitet werden kann, dessen Genese wir haben nachgehen können.

So geht es wenigstens mir. Während ich in der Regel mir ohne große Schwierigkeit jene Teile unsrer Wissenschaft zu eigen machen kann, deren Entwicklung ich, wenn auch nur als Zuschauer, mitgemacht habe, wird es mir öfters sehr schwer, Ideen zu verstehen, welche absolut von den jetzt geltenden abweichen. Ich fühle dann nur, daß etwas gesagt wird, welches so sehr mit meinen Auffassungen streitet, daß ich mir fast nicht denken kann, daß diese Meinungen von Wesen mit gleicher Gehirnstruktur geäußert wurden. Wie ich meine, geht es andern so wie mir, wenn auch vielleicht nicht in demselben Grade.

Diese Tatsache ist keineswegs auf das Gebiet der Naturwissenschaft beschränkt, sondern zeigt sich überall. Zweifellos war Schiller ein großes Genie: es ist mir aber fast unmöglich, das zu erkennen, wenn ich seine Kabale und Liebe aufführen sehe, ein zur Zeit, wo es geschrieben wurde, Meisterstück dramatischer Kunst.

Auch gilt die erwähnte Eigenschaft nicht nur für Auffassungen anderer Zeiten, sondern gleichfalls für Auffassungen von Zeitgenossen, welche den meinigen diametral entgegengesetzt sind. Ich kann Leute anderer Meinung, falls ich von ihrer Aufrichtigkeit überzeugt bin, und falls ihr Handel und Wandel damit in Übereinstimmung ist, hoch achten, aber begreifen, in der vollen Bedeutung dieses Wortes, kann ich sie nicht.

Bei meinem Studium der vor-darwinistischen Literatur habe ich dieses fortwährend im Auge behalten. Mit dem Willen zum Begreifen zugerüstet habe ich mich an die Arbeit gemacht; ob es mir in jeder Hinsicht gelungen ist, muß ich dennoch bezweifeln; ich wiederhole: man denkt sich nicht leicht in die Auffassungen anderer Zeiten hinein; Sie werden aber alsbald selber beurteilen können, inwieweit es mir gelungen ist.

Wie schnell gewisse Gedanken die Welt erobern, zeigt uns DARWINS Lehre. Während jetzt Diogenes, wie ich hoffe und vertraue, keine Laterne mehr brauchen würde, um am hellen Tage viele Gerechte zu finden, würde sogar ein elektrisches Suchlicht nicht genügen, um mehr als einen vereinzelt Naturuntersucher zu entdecken, welcher nicht an Evolution glaubt.

Dennoch war man im Jahre 1859, wo DARWINS „Origin of Species“ erschien, also vor noch keinem Menschenalter, von der Unveränderlichkeit der Art allgemein überzeugt.

Der erste, welcher in wissenschaftlicher Weise die Möglichkeit einer Veränderung der Arten untersuchte, war BUFFON, und wie zurückhaltend, wie unklar war seine Ansicht darüber, in dem Grade sogar, daß man eigentlich nicht entscheiden kann, ob er nun daran glaubte oder nicht.

Versuchen wir, trotz aller Widersprüche in seinen Werken, uns eine Idee von seinen Auffassungen zu machen, wobei wir uns zu gegenwärtigen haben, daß er 1707—1788 lebte. Wir müssen uns also in erster Linie mit den vor ihm und zu seiner Zeit herrschenden systematischen Auffassungen vertraut machen.

Vor LINNAEUS (1707—1778), ein Zeitgenosse BUFFONS, wurden die Tiere nach äußeren Bedingungen klassifiziert z. B. nach den Orten wo sie lebten; so rechnete man die Cetaceen zu den Fischen, die Fledermäuse zu den Vögeln usw. mit einem Worte: die Auffassung der Gelehrten von der Natur war die eines Kindes.

Die Einführung der Geschlechts- und der Artnamen durch LINNAEUS, wie ein jeder die aus seiner binominären Nomenklatur kennt, war ein gewaltiger Fortschritt; die Taufe mit einem Geschlechtsnamen, Felis, von Löwe, Tiger und Katze, und die Andeutung dieser Tiere durch die Hinzufügung eines zweiten Namens wie leo, tigris, felis, war ein nicht zu unterschätzender Fortschritt, auch wenn man daraus keineswegs schließen darf, daß LINNAEUS eine Blutsverwandtschaft zwischen jenen Tieren erkannt hat.

Wenn BUFFON LINNAEUS sagen läßt, daß ein Löwe eine Katze mit einem langen Schwanz und mit einer Mähne sei, so fällt, wie

DAUBENTON mit Recht bemerkt, keine Schuld auf LINNAEUS, sondern auf BUFFON selbst. BUFFON wurde dadurch irregeführt, daß LINNAEUS das Katzensgeschlecht, mit dem Namen Felis andeutete, einem Namen, welcher früher nur für die Art: Katze gebraucht wurde. Richtig sagt denn auch DAUBENTON, daß LINNAEUS einen Löwen nie eine bemähte langschwweifige Katze genannt habe, sondern ein bemähtes Tier des Katzensgeschlechts und weiter bemerkt er, ebenfalls mit Recht, daß BUFFON solches hätte wissen können: „s'il avait seulement parcouru les espèces rapportées sous le genre appelé felis, chat, il y aurait trouvé l'espèce du lion et celle du chat.“

BUFFON verspürt sogar Neigung, zur alten Methode zurückzukehren. In seinen Pensées, Vol. I sagt er:

„Ne vaut-il pas mieux ranger, non seulement dans un traité d'histoire naturelle, mais même dans un tableau ou partout ailleurs, les objets dans l'ordre et dans la position où ils se trouvent ordinairement, que de les forcer à se trouver ensemble en vertu d'une supposition? Ne vaut-il pas mieux faire suivre le cheval qui est solipède par le chien qui est fissipède, et qui a coutume de le suivre en effet, que par un zèbre, qui nous est peu connu et qui n'a peut-être autre rapport avec le cheval que d'être solipède?“

Welcher Rückschritt im Vergleich mit LINNAEUS, der denn doch wenigstens diesen großen Fortschritt gemacht hatte, daß man die Merkmale von den lebenden Wesen selber hernehmen sollte.

Wie kommt es nun, daß BUFFON so gänzlich von LINNAEUS abweicht? Ich fürchte, daß daran menschliche Eitelkeit einen großen Anteil gehabt hat, wenigstens wenn man glauben darf, was am 11. Dezember 1788 VICK D'AZYR, der Nachfolger BUFFONS, als Mitglied der französischen Akademie, in der gebräuchlichen Eloge über seinen Amtsvorgänger bemerkte:

„Plus généreux Linné aurait trouvé, dans les ouvrages de M. BUFFON des passages dignes d'être substitués à ceux de Sénèque, dont il a décoré les frontispices de ses divisions. Plus juste M. de BUFFON aurait profité des recherches de ce savant laborieux. Ils vécurent ennemis, parceque chacun d'eux regarda l'autre comme pourant porter quelque atteinte à sa gloire.“

Der von BUFFON eingenommene Standpunkt war anthropocentrisch par excellence. Hören wir was FLOURENS (1844) in einer seiner vielen Biographien darüber sagt: „Pour BUFFON, il consent bien que l'on sépare, en se réglant d'après leur nature, les animaux des végétaux, les végétaux des minéraux; il consent que l'on sépare les quadrupèdes des oiseaux, les oiseaux des poissons; mais cela fait, il repousse toutes les autres divisions fondées sur la nature des choses. Il ne veut plus juger des objets que par les rapports d'utilité ou de familiarité qui'ils ont avec nous; et sa grande raison pour cela c'est, qu'il nous est plus facile, plus agréable et plus utile de considérer les choses par rapport à nous, que sous aucun autre point de vue.“

Habe ich nicht mit Recht damit angefangen zu sagen, daß es schwer hält die Gedanken früherer Zeiten zu verstehen? Fällt es Ihnen nicht ebenso schwer wie mir zu begreifen, daß solche Meinungen derjenige hegte, welcher doch der erste war, der überhaupt an die Veränderungsmöglichkeit der Art gedacht hat?

Eine bessere Kenntnis der damaligen Zustände, eine Kenntnis, welche ich, ich gestehe es gerne, ausschließlich FLOURENS verdanke, er-

klärt aber das sich scheinbar Widersprechende. Als BUFFON, 1739 zum Indendanten des Königlichen Gartens ernannt, sein großes Werk projektierte, war er kein Naturforscher. Daß er die systematische Methode so gering schätzte kam daher, weil er sie nicht kannte.

Hören wir, was MALESHERBES, vielleicht der erste, welcher eine deutliche Erkenntnis des Wertes eines natürlichen Systems besaß, über ihn schreibt:

„Lorsque l'ouvrage de M. de Buffon fut annoncé au public, il me parut que, sous ce titre d'Histoire naturelle générale et particulière, l'auteur promettait un traité complet sur chaque partie de cette science, et ce projet me sembla d'autant plus hardi que M. de Buffon n'avait pas encore paru dans le monde savant comme naturaliste: il était déjà célèbre par plusieurs mémoires lus à l'académie sur différents sujets d'agriculture, de physique et de géométrie et par une traduction très estimable [Hales, la Statistique des végétaux], mais ces différentes connaissances me parraissaient autant de diversions à l'étude de la nature.“

Nach BUFFON ist es unmöglich, ein allgemeines System zu geben, nach ihm existieren in der Natur nur Individuen und sind die Genera, die Ordnungen und die Klassen nur Sachen, welche in unserer Phantasie bestehen, und wiewohl darin etwas Wahres ist, nicht weniger wahr und für seine Zeit sehr hervorragend ist das, was MALESHERBES (p. 9) dagegen einwendet:

„Outre les systèmes artificiels“, sagt er, „les naturalistes connaissent une autre méthode qu'ils appellent méthode naturelle. Pour sentir le principe de cette méthode, il faut remarquer qu'il y a dans la nature des collections de genres, ou si l'on veut des classes, qui semblent séparées naturellement de toutes les autres. C'est ce qu'on appelle familles naturelles: telles sont, parmi les animaux la famille des oiseaux, la famille des poissons etc. La division de ces deux familles ne part pas de la fantaisie d'un nomenclateur, qui a dit: je donnerai le nom oiseaux aux animaux qui ont des ailes et le nom de poissons à ceux qui ont des nageoires. C'est la nature elle même qui a rapproché, par une foule de ressemblances, les animaux de ces deux familles, et la somme de tous ces rapports est ce qu'on appelle de caractère naturelle.“

Parmi les espèces dont ces familles naturelles sont composées, il s'en trouvent encore qui se tiennent plus particulièrement que les autres. Ainsi les mouches et les papillons sont des familles particulières dans la famille des insectes. Cette marche de la nature, une fois bien connue, donnerait ce qu'on appelle la méthode naturelle.“

BUFFONS Abneigung gegen ein bestimmtes System beruhte auf seiner ursprünglichen Arbeitsweise; er beschrieb Tier nach Tier, und man muß gestehen, meisterhaft, fand aber nicht die Zeit, sie miteinander zu vergleichen. Letzteres konnte, bei der allmählichen Vertiefung seiner Kenntnisse, selbstverständlich nicht ausbleiben. Nach und nach fing er von selbst an zu vergleichen und zu klassifizieren. Nachdem er ohne jede Methode Pferd, Esel, Kuh, Schaf, Ziege, Schwein, Hund und Katze, sämtlich Haustiere, beschrieben hat, fängt er mit der Beschreibung der wilden Tiere an, und behandelt z. B. nacheinander Damhirsch und Reh, Wiesel und Marder. Einmal bei den Affen angelangt, beschreibt er Affenart nach Affenart, ohne jemals eine andere

Tierart dazwischen zu behandeln, ja bildet sogar Affengruppen, welche auf gemeinsamen Merkmalen beruhen.

Mit Recht sagt denn auch GEOFFROY ST. HILAIRE: „C'est dans cette portion de son ouvrage [l'histoire des singes] que Buffon renonce au classement tout personnel à lui et vraiment étranger à la nature des choses qu'il avait suivi jusqu'alors. Ce qu'il avait condamné dans Linné, il l'adopte alors.“

Wie wahr dies ist, geht aus BUFFONS eigener Vorrede zu den Vögeln hervor: „Au lieu de traiter les oiseaux un à un c'est-à-dire par des espèces distinctes et séparées, je les réunirai plusieurs ensemble sous un même genre.“

Mit Recht sagt denn auch FLOURENS, daß man, von BUFFONS systematischen Auffassungen redend, in hohem Maße dem Zeitpunkt, an welchem sie verkündet wurden, Rechnung zu tragen hat, ja man könnte sagen, sogar dem Datum, an welchem sie niedergeschrieben wurden, und dies gilt für alle Meinungen BUFFONS. Vielleicht hat kein Autor seine Meinungen mehr und häufiger modifiziert, als er, weil wohl kein Mann mehr und anhaltender gearbeitet hat.

Als BUFFON mit seiner großen Arbeit anfang, hatte er von Anatomie kaum eine Ahnung; dennoch verdankt diese Disziplin ihm vieles, und war es grade die Anatomie, welche ihn die Einheit der Natur erkennen ließ. Seine Äußerungen darüber sind, wie alle seine Schriften, so schön stilisiert, daß ich mir den Genuß nicht versagen will, sie im Original wiederzugeben:

Si, sagt er, dans l'immense variété que nous présentent tous les êtres animés qui peuplent l'univers, nous choisissons un animal, ou même le corps de l'homme pour servir de base à nos connaissances, et y rapporter, par la voie de comparaison, les autres êtres organisées, nous trouverons que, quoique tous ces êtres existent solitairement, et que tous varient par des différences graduées à l'infini, il existe en même temps un dessin primitif et général qu'on peut suivre très loin et dont les dégradations sont bien plus lentes que celles des figures et des autres rapports apparents; car sans parler des organes de la digestion, de la circulation et de la dégénération qui appartiennent à tous les animaux et sans lesquels l'animal cesserait d'être animal et ne pourrait ni subsister ni se reproduire, il y a dans les parties mêmes, qui contribuent le plus à la variété de la forme extérieure, une prodigieuse ressemblance qui nous rappelle nécessairement l'idée d'un premier dessein sur lequel tout semble avoir été conçu, le corps du cheval¹⁾, par exemple, qui du premier coup d'oeil paraît si différent du corps de l'homme, lorsqu'on vient à le comparer en détail, en partie par partie, au lieu de surprendre par la différence n'étonne plus que par la ressemblance singulière et presque complète qu'on y trouve. On vient de voir dans la description du cheval (par Daubenton) ces faits trop bien établis pour pouvoir en douter; mais pour suivre ces rapports encore plus loin qu'on considère séparément quelques parties essentielles à la forme, les côtes par exemple, on les trouvera dans tous les quadrupèdes, dans les oiseaux, dans les poissons etc. — — — que l'on con-

1) Es sei hier auf die großen Verdienste DAUBENTONS, des berühmten Zeitgenossen BUFFONS, aufmerksam gemacht; er benannte die Teile des Pferdeskeletts mit denselben Namen wie die entsprechenden Teile des Menschenkeletts, wodurch unnötige Synonymie vermieden und der Zoologie unschätzbare Dienste erwiesen wurden.

sidère, comme l'a remarqué M. DAUBENTON que le pied d'un cheval, en apparence si différent de la main de l'homme est cependant composé des mêmes os, et que nous avons à l'extrémité de chacun de nos doigts le même osselet en fer de cheval, qui termine le pied de cet animal; et l'on jugera si cette ressemblance cachée n'est pas plus merveilleuse que les différences apparentes; si cette uniformité constante de dessin suivi de l'homme aux quadrupèdes, des quadrupèdes aux Cétacées, des Cétacées aux oiseaux des oiseaux aux reptiles, des reptiles aux poissons etc. dans lesquels les parties essentielles comme le coeur, les intestins, l'épine du dos, les sens etcetera se trouvent toujours, ne semblent pas indiquer en créant les animaux, l'Etre suprême n'a voulu employer qu'une idée et la varier en même temps de toutes les manières possibles afin que l'homme pût admirer également et la magnificence de l'exécution et la simplicité du dessin.

Nach einer Serie so schöner Betrachtungen ist der Schlußsatz enttäuschend: die Gottheit, alle Tierformen schöpfend damit der Mensch ihre Geschicklichkeit und ihren Kunstgeschmack bewundere! Anthropocentrisch blieben BUFFONS Auffassungen. Und doch während uns hier die Gottheit vorgestellt wird, als ein Wesen, das zum Entzücken der Menschenkinder seinen Bauplan auf die mannichfachste Weise modifiziert, finden wir 10 Teile weiter eine andere Äußerung, welche wenig mehr von diesem willkürlichen Variieren eines einzigen Bauplanes spricht, welche uns aber deshalb interessiert, weil darin eine Artabstammung geschildert wird, wenn auch in umgekehrter Richtung, nicht durch Evolution, sondern durch Degradierung.

„Prenant son corps,“ sagt BUFFON, pour le modèle physique de tous les êtres vivants (ohne Menschenüberschätzung geht es nun einmal nicht bei BUFFON) et les ayant mesurés, sondés, comparés dans toutes leurs parties, l'homme a vu que la forme de tout ce qui respire est à peu près la même; qu'en disséquant le singe on pourrait donner l'anatomie de l'homme; qu'en prenant un animal on trouvait toujours le même fond d'organisation, les mêmes sens, les mêmes viscères, les mêmes os, la même chair, le même mouvement dans les fluides, le même jeu, la même action dans les solides, il a trouvé dans tous un coeur, des veines et des artères; dans tous, les mêmes organes de circulation, de respiration, de digestion, de nutrition, d'excrétion; dans tous un charpente solide, composé des mêmes pièces à peu près assemblées de la même manière; et ce plan toujours le même, toujours suivi de l'homme au singe, du singe aux quadrupèdes, des quadrupèdes aux cétacés, aux oiseaux, aux poissons, aux reptile, ce plan, dis je, bien saisi par l'esprit humain, est un exemplaire fidèle de la nature vivante, et la vue la plus simple et la plus générale sous laquelle on puisse la considérer et lorsqu'on veut l'étendre et passer de ce qui vit à ce qui végète on voit ce plan, qui d'abord n'avait varié que par nuances, se déformer par degrés des reptiles aux insectes, des insectes aux vers, des vers aux Zoophytes, des Zoophytes aux plantes, et, quoique altéré dans toutes les parties extérieurs, conserver néanmoins le même fond, le même caractère, dont les traits principaux sont la nutrition, le développement et la reproduction; traits généraux et communs à toute substance organisée, traits éternels et divins que le temps loin d'effacer ou de détruire ne fait que renouveler et rendre de plus en plus évidents.“

Man würde demnach sagen, daß BUFFON die niedrigen Wesen für degenerierte Formen der höheren hält. Sehr eigentümlich berührt es

uns jetzt, daß er von nur einem einzigen Plane in der Natur spricht, während doch sogar eine geringe Kenntnis der großen Tiergruppen zeigt, daß es verschiedene Baupläne gibt, einen für Molusken, einen für Insekten, einen für Zoophyten etc. Faktisch spricht BUFFON nur von Wirbeltieren, wenn er behauptet, daß alle Tiere nach ein und demselben Plane gebaut sind; der Grund ist einfach dieser, daß er nur Wirbeltiere kannte. Zu seiner Zeit war, mit wenigen Ausnahmen, wie z. B. SWAMMERDAMS Studien über einige wenige Insekten, die ganze große Gruppe der Invertebrata noch terra incognita. Erst CUVIER und zumal LAMARCK sollten dieses große Gebiet erschließen. Wenn wir dies nicht wüßten, würden uns BUFFONS Meinungen über die Abstammung der Tierarten noch weit unbegreiflicher sein. Im Grunde trifft man in seinen Betrachtungen vieles an, was wir jetzt als eine Vererbung von Biaiometa-morphosen bezeichnen würden, neben vielem, was uns sehr sonderbar vorkommt.

Wenn ich ihn gut verstehe, ist er bisweilen dazu geneigt anzunehmen, daß eine gewisse Anzahl von Arten als solche geschaffen sind. Solche primitive Arten sind dann gänzlich isoliert, oder, wie er es ausdrückt, sie sind zu gleicher Zeit Art und Geschlecht; wir würden jetzt sagen: es sind monotypische Genera; als solche nennt er den Menschen, den Elefanten, das Rhinoceros, die Giraffe, den Hippopotamus.

Solche monotypische Genera können nun durch verschiedene äußere Einflüsse, wie er es nennt, degenerieren und geben dann neuen Arten das Dasein, wodurch das Genus, anstatt eine Art zu enthalten, immer mehr Arten zählt. Jetzt kommt natürlich die Schwierigkeit, zwischen Art und Varietät zu unterscheiden, aber schließlich findet er ein Merkmal, wodurch sich seines Erachtens, die Art definieren lässt.

Als Arten betrachtet er alle diejenigen Formen, welche bei Kreuzung miteinander entweder keine oder unfruchtbare Nachkommen hervorbringen, während diejenigen Formen, welche bei Kreuzung vollkommen fruchtbare Nachkommen erzeugen, Varietäten oder Rassen sind.

Demnach sind alle verschiedenen Menschenformen Rassen, denn alle Menschenrassen sind untereinander fruchtbar, und sind Pferd und Esel hingegen Arten, denn obwohl aus deren Kreuzung Maultiere und Maulesel hervorgehen, so sind doch diese Bastarde selbst unfruchtbar.

Als Ursachen der Biaiometa-morphosen betrachtet er erstens das Klima und zweitens die Nahrung. Hören wir, was er darüber bemerkt: Vom Augenblick an, wo der Mensch von der Scholle, auf welcher er geboren wurde, fortzog, und wo er sich von Klima zu Klima verbreitet hat, hat seine Konstitution Veränderungen erfahren, geringe in der gemäßigten Zone, in deren Nähe der Mensch nach unserer Meinung entstand, um so größere aber, je weiter er sich davon entfernte; und als er, im Verlauf der Jahrhunderte, nachdem er viele Länder durchquert hatte, nachdem er schon in vielen Generationen durch den Einfluß verschiedener Zonen degeneriert war, sich extremen Klimaten aussetzte, in die sandigen Wüsten des Südens und in die Eiszone des Nordens eindrang, da wurden die Veränderungen zu groß und so ins Auge springend, daß man den Neger, den Lappen und den Weißen für verschiedene Arten halten würde, wofern man nicht sicher wüßte, daß nur ein Mensch geschaffen wurde und daß Neger, Lappe und Weißer mit allen andren Rassen und untereinander fruchtbar sind.

Ihre Verschiedenheiten sind also bloß äußerliche; die Veränderungen ihrer Konstitution nur oberflächlich; ohne Zweifel sind alle derselbe Mensch, der sich schwarz färbte in der heißen Zone und gegerbt wurde, als er sich dem Nordpol näherte. Dieses würde genügen um zu zeigen, daß es mehr Kraft, mehr Verbreitungsvermögen, mehr Biegsamkeit in der menschlichen Natur gibt, als in den sämtlichen sonstigen Wesen, denn die Pflanzen und fast alle Tiere sind auf ein bestimmtes Terrain, auf ein bestimmtes Klima beschränkt.

Die Erde wurde bereits frühe in zwei Kontinente, die Alte und die Neue Welt geteilt, und doch muß der Mensch älter sein als diese Spaltung, denn wir begegnen derselben Art in beiden Weltteilen: der Asiat, der Europäer, und der Neger sind fruchtbar mit dem Indianer, nichts kann besser ihre gemeinsame Abstammung beweisen; das Blut ist verschieden, aber der Ursprung ist gleich. Haut, Haare, Gesichtszüge, Körperlänge sind variiert, ohne daß der innere Bau sich änderte, und wenn der Mensch gezwungen würde, alle Länder, in welche er eingedrungen ist, zu verlassen, um wieder nach dem Lande seiner Herkunft zurückzukehren, so würde er auch mit der Zeit wieder seine ursprünglichen Gesichtszüge, seine ursprüngliche Körperlänge und seine ursprüngliche Farbe zurückerkennen.

„Pour faire l'expérience du changement de couleur dans l'espèce humaine, il faudrait transporter quelques individus de cette race noire du Sénégal en Danemark où l'homme ayant communément la peau blanche, les cheveux blonds les yeux bleus, la différence du sang et l'opposition de la couleur est la plus grande. Il faudrait cloître ces nègres avec leurs femelles, et conserver scrupuleusement leur race sans leur permettre de la croiser: ce moyen est le seul qu'on puisse employer pour savoir combien il faudrait de temps pour réintégrer à cet égard la nature de l'homme, et, pour la même raison, combien il en a fallu pour la changer du blanc au noir.“

„Aber,“ so fährt BUFFON fort, „diese Farbenveränderung ist eigentlich die einzige, welche man dem Klima zuschreiben kann, und doch sind die Menschenrassen sonst noch in vielerlei Hinsicht verschieden.“ Es scheint ihm unmöglich, anzunehmen, daß das kurze, krause Haar, die flache Nase und die dicken Lippen der Neger, im Gegensatz zu den regelmäßigen Zügen und den langen geraden Haaren der Weißen, nur durch Klimaveränderung entstanden sein können.

Die Ursache für diese eingreifenderen Veränderungen findet er in der Nahrung.

C'est principalement par les aliments que l'homme reçoit l'influence de la terre qu'il habite: celle de l'air et du ciel agit plus superficiellement; et tandisqu'elle altère la surface la plus extérieure en changeant la couleur de la peau, la nourriture agit sur la forme intérieure par ses propriétés qui sont constamment relatives à celle de la terre qui la produit. On voit dans le même pays des différences marquées entre les hommes qui en occupent les hauteurs, et ceux qui demeurent dans les lieux bas; les habitants de la montagne sont toujours mieux faits, plus vifs et plus beaux que ceux de la vallée: à plus forte raison dans des climats éloignés du climat primitif, dans des climats où les herbes, les fruits et les grains et la chair des animaux sont de qualité et même de substances différentes, les hommes qui s'en nourrissent doivent devenir différents. Ces impressions ne se font pas subitement ni même dans l'espace de quelques années; il faut du temps pour que l'homme

reçoive la teinture du ciel; il en faut encore plus pour que la terre lui transmette ses qualités; et il a fallu des siècles joints à un usage toujours constant des mêmes nourritures, pour influer sur la forme des traits, sur la grandeur du corps, sur la substance des cheveux, et produire ces altérations intérieures, qui, s'étant ensuite perpétuées par la génération, sont devenus les caractères généraux et constants auxquels on reconnaît les races et même les nations différents qui composent le genre humain.

Die verschiedenen Menschenrassen sind also, nach BUFFON, erblich gewordene Biometamorphosen.

„Dans les animaux,“ so fährt er fort, „ces effets sont plus prompts et plus grands, parcequ'ils tiennent à la terre de plus près que l'homme, parceque leur nourriture étant plus uniforme, plus constamment la même, et n'étant nullement préparée, la qualité en est plus décidée et l'influence plus forte; parceque d'ailleurs les animaux ne pouvant ni se vêtir, ni s'abriter, ni faire usage de l'élément du feu pour se rechauffer, ils demeurent nûment exposés, et pleinement livrés à l'action de l'air et à toutes les intempéries du climat; et c'est par cette raison que chacun d'eux a, suivant sa nature, choisi sa zone et sa contrée; c'est par la même raison qu'ils y sont retenus et qu'au lieu de s'étendre ou de se disperser comme l'homme, ils demeurent pour la plupart concentrés, dans les lieux qui leur conviennent le mieux. Et lorsque par des révolutions sur le globe ou par la force de l'homme ils ont été contraints d'abandonner leur terre natale, qu'ils ont été chassés ou relegués dans des climats éloignés, leur nature a subi des altérations si grandes et si profondes, qu'elle n'est pas reconnaissable à la première vue et pour la juger il faut avoir recours à l'inspection la plus attentive et même aux expériences et à l'analogie.

Er wendet sich dann zu unseren Haustieren und zeigt, daß dies degenerierte Formen sind, verursacht durch Klima, Nahrung und die Folgen der Sklaverei. So können unsere Schafe nicht mehr so schnell laufen wie die wilden, indem sie durch die Fettproduktion in ihrem Schwanz daran behindert werden, sich nicht mehr verteidigen, da sie hornlos sind, nicht mehr ohne Schutz den kalten Wintern widerstehen, so ist ihr starres Haarkleid zu feiner Wolle entartet und sind sie feig und dumm geworden.

Das Rind ist in hohem Grade durch die Nahrung influenziert; bei guter Nahrung übergroß, wie auf den Schweizer Bergen, wird es sehr klein unter schlechten Nahrungsbedingungen, in Asien, Afrika und Amerika erhielt es einen Schulterhöcker etc.

BUFFONS Meinung über den Einfluß der Nahrung lernt man aus dem Folgenden kennen:

„En général, l'influence de la nourriture est plus grande et produit des effets plus sensibles sur les animaux qui se nourrissent d'herbes ou de fruits: ceux au contraire qui ne vivent que de proie, varient moins par cette cause que par l'influence du climat, parceque la chair est un aliment préparé et déjà assimilé à la nature de l'animal carnassier qui la dévore; au lieu que l'herbe étant le premier produit de la terre, elle en a toutes les propriétés et transmet immédiatement les qualités terrestres à l'animal qui s'en nourrit.“

Dennoch können auch Fleischfresser sich sehr verändern. Als Beispiel erwähnt BUFFON den Hund, der in den wärmsten Erdteilen nackt, in den kalten mit dichtem Pelz bekleidet ist; das sind aber nicht

alle Veränderungen, bedeutendere sind eingetreten: die Stimme ist total verändert: il semble, que le chien soit devenu criard avec l'homme qui de tous les êtres qui ont une langue, est celui qui en use et abuse le plus.

Die gezähmten Tiere haben auch große Farbenveränderungen durchgemacht. In der Regel sind wilde Tiere braun oder schwarz. Der Hund, das Rind, die Ziege, das Schaf, das Pferd haben allerlei Farben erhalten, das Schwein wurde von schwarz weiß.

Seine an zahmen Tieren gewonnenen Erfahrungen wollte er — wie später DARWIN — auf die wilden Tiere übertragen.

Die geringeren Veränderungen, welche er bei diesen beobachtet, schreibt er dem Umstande zu, daß keine einzige wilde Tierart über die ganze Erde verbreitet ist, und daß also der Einfluß von Klima und Nahrung sich weniger fühlbar gemacht hat. Dennoch konstatiert er auch bei den wilden Tieren große Veränderungen: so hat das Schwein in Guinea sehr lange, dem Rücken flach angedrückte Ohren; in China einen großen hängenden Bauch und kurze Pfoten; auf Kap Vertet und an anderen Orten gekrümmte Hauer, welche an Hörner erinnern. Dazu bemerkt er:

„Je ne compte ni le pecari, ni le babiroussa dans les variétés de l'espèce du sanglier, parcequ'ils ne sont ni l'un ni l'autre de cette espèce, quoiqu'ils en approchent de plus près qu'une autre.“

Nachdem er noch zahlreiche Beispiele der Plastizität wilder Arten erwähnt hat, spricht er jene Sätze aus, welche ihn zum ersten Verkünder einer Evolutionstheorie machen:

„Mais après le coup d'oeuil que l'on vient de jeter sur ces variétés, qui nous indiquent les altérations particulières de chaque espèce; il se présente une considération, plus importante et dont la vue est bien plus étendue; c'est celle du changement des espèces mêmes, c'est cette dégénération plus ancienne et de tout temps immémorable, qui paraît s'être faite dans chaque famille, ou si l'on veut dans chacun des genres sous lesquels on peut comprendre les espèces voisines et peu différentes entre elles. Nous n'avons dans tous les animaux terrestres que quelques espèces isolées, qui comme celle de l'homme faissent en même temps espèce et genre; l'éléphant, le rhinoceros, l'hippopotame, la girafe, forment des genres ou des espèces simples qui ne se propagent qu'en ligne directe et n'ont aucune branche collatérale: toutes les autres paraissent formés des familles dans lesquelles on remarque ordinairement une souche principale et commune, de laquelle semblent être sorties des tiges différentes, et d'autant plus nombreuses, que les individus, dans chaque espèce sont plus petits et plus féconds.“

Daß er jetzt nicht mehr ausschließlich an Degeneration denkt, geht aus folgenden Sätzen hervor.

Von amerikanischen Tieren redend, kommt er zur Besprechung von Rehen, Hirschen und Schafen und bemerkt, daß sowohl die Arten wie die Varietäten dieser Tiere in Amerika zahlreicher sind als in der Alten Welt und sagt:

On pourrait donc imaginer qu'ils en sont originaires: mais comme nous ne devons pas douter que tous les animaux en général n'aient été créés, dans l'ancien continent, il faut nécessairement admettre leur migration de ce continent à l'autre, et supposer en même temps, qu'au lieu d'avoir, comme tous les autres, dégénéré dans ce Nouveau-monde,

ils s'y ont au contraire perfectionnés, et que par la convenance et la faveur du climat, ils ont surpassé leur première nature.

Dies ist eine rein evolutionistische Auffassung!

Nicht zufrieden mit der These, daß die verschiedenen Arten einer selben Familie einen gemeinsamen Ursprung hatten, will er sogar versuchen, ausfindig zu machen, wer nun z. B. als Stammvater der Pferdefamilie betrachtet werden muß, das Pferd oder der Esel. Er schließt aus einer eigentümlichen Beobachtung — deren Richtigkeit ich übrigens sehr bezweifle —, daß der Esel für den Ahnen zu halten ist. Denn, sagt er, wenn man heute eine Stute von einem Pferdehengst begatten läßt, und dieselbe Stute morgen von einem Eselhengst, so wird sie ein Maultier und kein Pferd hervorbringen. Die Eselsnatur ist also stärker wie die des Pferdes, und also ist der Esel als der Stammvater der Pferdefamilie zu betrachten! Es ist wohl überflüssig, auf die Unrichtigkeit des Schlusses, wahrscheinlich sogar der Beobachtung, hinzuweisen, aber es zeigt das Verlangen BUFFONS, so tief wie möglich, in das Abstammungsproblem einzudringen.

Zum Schluß drückt er seine Auffassungen recht kurz im folgenden Satze aus: En comparant ainsi tous les animaux et les rappelant chacun à leur genre, nous trouverons que les deux cents espèces dont nous avons donnés l'histoire peuvent se réduire à un assez petit nombre de familles ou souches principales desquelles il n'est pas impossible que tous les autres soient issues.

„Pas impossible!“ Hier ist BUFFON wieder unschlüssig und der Grund davon liegt wohl wieder in jenem alten und auch jetzt noch nicht überwundenen Zittern, welches den Herrn der Schöpfung befällt, wenn er an die Möglichkeit denkt, daß seine erhabene Person gemeinsame Abstammung mit den Affen haben könnte; denn:

„Si l'on admet, une fois“, sagt BUFFON, „que l'âne soit de la famille du cheval, et qu'il n'en diffère que parce qu'il a dégénéré, on pourra dire également que le singe est de la famille de l'homme, que c'est un homme dégénéré, que l'homme et le singe ont eu une origine commune comme le cheval et l'âne, que chaque famille n'a qu'une seule souche, et même que tous les animaux sont venus d'un seul animal, qui, dans la succession des temps, a produit, en se perfectionnant et en dégénérant toutes les races des autres animaux“.

Und vor diesem Schluß schrak BUFFON denn doch leider zurück.

Trotzdem wurden ihm schon seine mäßig evolutionären Ideen noch lange nach seinem Tode verübelt. Sein Biograph FLOURENS wirft ihm vor, daß er seine an Varietäten gewonnenen Anschauungen nicht auf Arten übertragen dürfte.

Les espèces, sagt FLOURENS 1844!, ne viennent donc pas les unes des autres. Toutes sont primitives, et ce qui trompe Buffon, c'est qu'il ne voit pas la limite fixe qui sépare partout les variétés des espèces. L'homme qui ne peut rien sur l'espèce, peut tout, ou à peu près tout, sur les variétés, sur les races“, und etwas weiter¹⁾: „Les espèces sont donc immuables: elles ont toutes une même origine, une même date, et c'est la même main, la main du Maître du monde, qui les a toutes formées.“

1) l. c. p. 98.

Das schrieb P. FLOURENS, Membre et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, im Jahre 1844, 35 Jahre nach dem Erscheinen von LAMARCK'S Theorie!

Erst auf die lange, lange Dauer sollten BUFFON und LAMARCK Einfluß auf den Gang der Wissenschaft gewinnen.

Bevor wir über BUFFON abbrechen, sind zwei wichtige Resultate seiner unausgesetzten 50jährigen genialen Wirksamkeit des nähern zu erörtern.

BUFFON, der Beschreiber der ganzen lebenden Natur, und ein viel tieferer Denker als LINNAEUS, war der erste, der aus den aufgefundenen Fossilien den Schluß zog, daß früher andre Tierarten als die jetzigen gelebt haben müssen, Tierarten, welche jetzt gänzlich verschwunden, ausgestorben sind.

Erst CUVIER (1769–1831) sollte näher auf diesen Gegenstand eingehen. BUFFON verteilt die Geschichte der Erde in sieben Perioden:

1. Die Erde und die Planeten nehmen ihre respektive Form an.
2. Die festgewordene Materie bildet den inneren festen Felsen der Erde und die großen glasähnlichen Massen an der Oberfläche derselben.
3. Die Gewässer bedecken unsere Kontinente.
4. Die Gewässer ziehen sich zurück und die Vulkane fangen ihre Wirksamkeit an.
5. Elefanten und andere südliche Tiere bewohnen die nördlichen Länder. Der Mensch wird im asiatischen Berglande geschaffen.
6. Die Kontinente werden getrennt.
7. Die Macht des Menschen unterstützt die der Natur.

Mit Recht sagt FLOURENS:

„Je n'examinerai pas chacune de ces époques en particulier: BUFFON n'a vu qu'en grand. D'ALEMBERT dit très bien de DESCARTES: que, „s'il s'est trompé sur les lois du mouvement, il a du moins deviné qu'il devait y en avoir“. — On peut en dire autant de BUFFON. Il a vu que l'histoire de la nature avait ses époques comme l'histoire des hommes: là est la vue de l'esprit, la vue du génie et il a laissé à ses successeurs le soin de préciser ses époques avec précision.“

Der zweite Punkt, auf welchen ich Ihre Aufmerksamkeit lenken möchte, ist BUFFON'S Theorie der „molécules organiques“, eine Hypothese, aufgestellt in dem Verlangen, die Kontinuität der lebenden Wesen, ihren Aufbau nach einem Plan, zu verdeutlichen.

Nachdem er nachgewiesen hat, daß eine scharfe Grenze zwischen Pflanzen und Tieren nicht besteht, daß das Tierreich unmerklich in das Pflanzenreich übergeht, gelangte er zu der für seine Zeit gewiß bemerkenswerten Schlußfolgerung „que le vivant et l'animé, au lieu d'être un degré métaphysique des êtres, est une propriété physique de la matière“. Er bespricht dann die Fortpflanzung der Lebewesen, und die Weise, wie er zu seinen Schlüssen gelangt, wird uns klar durch diesen Satz:

„Rassemblons les faits pour nous donner des idées“, eine Vorschrift, welche noch jetzt die einzig richtige ist.

Er kommt dann zu der Ansicht, daß jedes Lebewesen ein Aggregat einer unendlichen Zahl ihm ähnlicher sehr kleiner Wesen ist, derartig, daß jeder Körperteil ohne Ausnahme solche gleichwertigen kleinen Wesen enthält, so daß jeder Teil wieder ein Ganzes bilden kann.

Ich werde versuchen, einen Teil seiner Auseinandersetzung für Sie zu übersetzen. Nachdem er darauf aufmerksam gemacht hat, daß

Stücke von Pflanzen, von Polypen, von Würmern die Art reproduzieren können, fährt er fort:

Betrachten wir die Lebewesen und ihre Fortpflanzungsweisen von diesem Gesichtspunkte aus, so ist ein Individuum nur ein Ganzes, das in all seinen inneren Teilen homogen organisiert ist, eine Zusammensetzung einer unendlichen Anzahl gleicher Figuren und Teile, eine Ansammlung von Keimen oder kleinen Individuen derselben Art, von denen jedes sich in derselben Weise, nach Maßgabe der Bedingungen, entwickeln und neue Komplexe bilden kann, dem Individuum gleich, welches sie zusammensetzen.

Wenn wir diesen Gedanken ganz ausdenken, finden wir bei Pflanzen und Tieren eine Beziehung zu den Mineralien, eine Beziehung, welche wir nicht vermuteten. Salz und einige andere Mineralien sind aus untereinander gleichen Teilchen zusammengesetzt, welche Teilchen dem Ganzen gleich sind; ein Körnchen Seesalz ist ein Kubus aus einer unendlichen Anzahl anderer Kubi zusammengesetzt, welche man, wie LEEUWENHOEK zeigte, mit dem Mikroskop beobachten kann. Die kleinen Kubi sind wieder aus anderen Kubi aufgebaut, welche man mit einem besseren Mikroskop wahrnehmen kann und man kann kaum daran zweifeln, daß die primitiven, das Salz aufbauenden Teilchen ebenfalls Kubi sind, und zwar von solcher Kleinheit, daß sie sich immer unseren Augen, ja sogar unserer Phantasie entziehen werden.

Die Tiere und Pflanzen, welche sich mittels all ihrer Teile vermehren und reproduzieren können, sind organisierte Körper, zusammengesetzt aus ähnlichen organisierten Körpern, deren primitive und zusammenstellende Teile wiederum solche organisierte Körper sind; wir können deren Anhäufung wahrnehmen, aber die Existenz der primitiven Teilchen können wir nur durch Analogieschlüsse wahrscheinlich machen.

Diese Betrachtungen führen uns zu der Annahme, daß in der Natur eine unendliche Zahl organisierter lebender Teilchen vorhanden sind, deren Substanz die nämliche ist als die der organisierten Lebewesen, ebenso wie es eine unendliche Zahl roher, lebloser Teilchen gibt, welche den rohen (leblosen) Körpern gleich sind.

Wo also vielleicht Millionen von kleinen Salzkubi nötig sind, um ein sichtbares Salzindividuum zu bilden, müssen wir annehmen, daß ebenso Millionen organisierter Teilchen nötig sind, um einen einzigen jener Keime zu bilden, aus welchem das Individuum einer Ulme oder eines Polypen besteht; und ebenso wie man das Salzindividuum zerbrechen und auflösen muß, um mittels Kristallisation die kleinen Kubi sichtbar zu machen, aus denen es aufgebaut ist, so muß man die Teile einer Ulme oder eines Polypen voneinander trennen, um mittels des danach stattfindenden Wachstums die darin vorhandenen kleinen Ulmen oder kleinen Polypen zur Entwicklung zu bringen.

Die Schwierigkeit dies einzusehen, beruht auf einem Vorurteil: man glaubt nur mittels des Einfachen eine Vorstellung des Komplizierten gewinnen zu können, und um die organisierte Konstitution eines Lebewesens kennen zu lernen, hält man es für nötig, diese auf einfache und nicht organisierte Teilchen zurückzuführen; und nun scheint es leichter, sich vorzustellen, daß ein Kubus notwendigerweise aus kleinen Kubi bestehen muß, als einzusehen, daß ein Polyp aus kleinen Polypen aufgebaut ist.

Gehen wir aber etwas tiefer auf diesen Gedanken ein und versuchen wir festzustellen was, wir nun eigentlich unter kompliziert und

einfach verstehen. Wir werden dann einsehen, daß hier, wie überall, der Plan der Natur sehr von unserem aprioristischen Glauben abweicht.

Unsere Sinne geben uns, wie wir wissen, keinen exakten und vollständigen Begriff von den Dingen; sobald wir schätzen, urteilen, vergleichen, wiegen, messen wollen, müssen wir Regeln, Prinzipien, Gewohnheiten, Instrumente etc. zu Hilfe rufen. All diese Hilfsmittel sind Funde der menschlichen Vernunft, und mehr oder weniger darauf berechnet unsere Ideen zu reduzieren oder zu abstrahieren.

Diese Abstraktion vereinfacht, nach unserer Meinung, den Begriff, und kompliziert nennen wir etwas, das sich auf diese Weise beschwerlich abstrahieren läßt. Da die Ausdehnung z. B. eine allgemeine abstrakte Eigenschaft der Substanz ist, ist sie eine nicht komplizierte Erscheinung und nichtsdestoweniger haben wir, um sie beurteilen zu lernen, Ausdehnungen ohne Tiefe, andere ohne Tiefe und ohne Breite, ja sogar Punkte ausgedacht: Ausdehnungen ohne Ausdehnung! Diese Abstraktionen sind ja alle nur Gerüste, welche unser Urteil stützen müssen, und wieviel haben wir nicht aufgebaut auf die kleine Zahl von Definitionen, welche die Geometrie benutzt!

Wir nennen einfach, alles was sich auf diese Definitionen zurückführen läßt und kompliziert, alles womit dies nicht der Fall ist; folglich sind ein Dreieck, ein Viereck, ein Kreis, ein Kubus für uns etwas Einfaches, so auch alle jene Kurven, deren Eigenschaften wir kennen; aber alles was wir nicht auf diese Figuren oder auf abstrakte Eigenschaften zurückführen können, scheint uns kompliziert; wir vergessen, daß jene Linien, jene Dreiecke, jene Pyramiden, jene Kubi, jene Kugeln und alle übrigen geometrischen Figuren nur in unserer Einbildung bestehen, daß sie nur Ergebnisse unserer Arbeit sind, und vielleicht in der ganzen Natur nicht vorhanden, oder wenn dies doch der Fall sein sollte, dies nur daher kommt, weil sich nun einmal alles in der Natur findet. Auf jeden Fall ist es schwieriger in der Natur die einfache Form einer gleichseitigen Pyramide oder eines reinen Kubus zu finden, wie die komplizierten Formen von Pflanzen oder Tieren. Wir fassen also das Abstrakte als einfach, das Wirkliche als kompliziert auf.

In der Natur dagegen besteht das Abstrakte nicht; nichts ist einfach, alles kompliziert. — — — Führen wir diese Auseinandersetzungen nicht weiter aus; für uns genügt es, nachgewiesen zu haben, daß unsere Auffassung von kompliziert und einfach eine abstrakte ist, daß sie sich nicht auf die Zusammensetzung der Natur anwenden läßt, und daß, wenn wir lebende Wesen auf regelmäßige Figuren, auf prismatische, kubische oder kugelförmige Teilchen zurückführen wollen, wir nur imaginäre Dinge an die Stelle wirklicher setzen; daß die Form der zusammensetzenden Teile uns völlig unbekannt ist, und daß wir also ebensogut annehmen können, daß die zusammensetzenden Teile eines Lebewesens die Form des Ganzen besitzen.

Wir sehen, daß ein Salzkubus aus einer Anzahl kleiner Kubi aufgebaut ist und wir sehen dies mittels eines Experimentes; ebenso lehrt uns das Experiment, daß eine Ulme aus einer Anzahl kleiner Ulmen aufgebaut ist, denn, wenn wir die Spitze eines Zweiges, die Spitze einer Wurzel, ein Stückchen Holz, oder einen Samen nehmen, so können wir daraus eine Ulme aufbauen — — — Wir erhalten eine neue Stütze für diese Meinung, wenn wir das Wachstum eines Baumes verfolgen, denn, wenn wir sehen, wie aus einem solchen Fragment ein ganzer Baum sich bildet, so bemerken wir, daß dies nur durch Hinzufügen

fügung von kleinen unter sich und dem Ganzen gleichen kleinen Wesen geschieht! Der Same bildet zunächst einen kleinen Baum, der stark verkürzt in ihm verborgen lag; an der Spitze dieses kleinen Baumes wird eine kleine Knospe gebildet, welche den kleinen Baum des nächsten Jahres enthält und die Knospe ist ein organisierter, dem kleinen Baume des ersten Jahres gleicher Teil; an dem Gipfel des zweijährigen Bäumchens bildet sich wiederum eine Knospe, welche den Baum des dritten Jahres enthält usw., usw.; stets bilden sich an den Zweigspitzen Knospen, welche kleine Bäume in verkürzter Form enthalten, dem des ersten Jahres gleich; es ist demnach klar, daß die Bäume aus unter sich gleichen kleinen Lebewesen aufgebaut sind.

BUFFON stellt nun die Frage, ob in einem Samen bereits alle Knospen vorhanden sind, und diskutiert dann die zu seiner Zeit allgemein akzeptierte Einkapselungstheorie, jene Theorie, welche lehrt, daß im Ei eines Tieres bereits sämtliche künftige Nachkommen „en miniature“ vorhanden wären; welche also annahm, daß wir alle, welche wir hier sitzen, uns bereits en miniature im Ei des ersten Weibes befunden hätten.

Mit Recht sagt BUFFON: Wenn wir fragen, wie wir uns die Fortpflanzung vorstellen müssen und wenn man uns dann antwortet, daß die Nachkommen bereits beim ersten Wesen fix und fertig vorlagen, so gibt man nicht nur zu, daß man nicht weiß, wie sie stattfindet, sondern man verzichtet sogar auf jeden Willen zum Begreifen, und weit entfernt, mit dieser Annahme etwas zu lösen, kompliziert man die Frage durch die unmögliche Aufgabe, zu begreifen, wie eine so unendliche Anzahl von Keimen in einem einzigen Keime vorhanden sein konnten.

Jetzt folgt bei BUFFON eine philosophische Betrachtung, welche auch jetzt ihren Wert noch keineswegs verloren hat:

Ich gebe zu, sagt er, daß es leichter ist zu zerstören als aufzubauen, und daß die Frage nach der Fortpflanzung vielleicht unlöslich ist, aber wir müssen jedenfalls untersuchen, ob sie nicht zu lösen ist, und dazu müssen wir ihre Natur verfolgen. Auf diese Weise werden wir wenigstens entdecken, was wir davon verstehen können, oder doch auf jeden Fall herausfinden, weshalb wir auf eine Erklärung verzichten müssen.

Es gibt zwei Arten von Fragen: die eine hat Bezug auf die ersten Ursachen, die andere beschäftigt sich nur mit bestimmten Folgen. Z. B. wenn wir fragen, weshalb Substanz undurchdringlich ist, wird man entweder gar keine Antwort geben, oder man wird mit der Frage selbst antworten und sagen: die Substanz ist undurchdringlich, weil sie undurchdringlich ist, und so geht es mit allen Fragen über die allgemeinen Eigenschaften der Substanz. Weshalb besitzt sie Ausdehnung, Gewicht, das Vermögen in Ruhe oder Bewegung zu verharren? Man kann darauf nur mit der Frage selbst antworten; es ist so, weil es so ist. Und es wundert uns nicht, daß wir nicht anders antworten können, denn wir wissen wohl, daß es, um den Grund von irgend etwas anzugeben, nötig ist etwas zum Vergleich zu haben, welches vom ersten etwas abweicht, da nur das uns ermöglicht, eine Schlußfolgerung zu ziehen; jedesmal also, wenn wir nach dem Grunde der allgemeinen Ursache einer Eigenschaft fragen, welche sämtliche Dinge in gleichem Grade besitzen, haben wir keinen Differenzpunkt und ist die Frage also zwecklos.

Wenn wir dagegen nach der Ursache einer bestimmten Folge fragen, werden wir immer eine Antwort finden, wenn wir nur so weit

sind, daß wir klar sehen können, daß die bestimmte Folge direkt von den allgemeinen Ursachen, welche wir soeben besprochen, abhängt — — —. Aber, wenn die bestimmte Folge, unseres Erachtens, nicht von jenen allgemeinen Ursachen abhängt, oder wenn sie überdies keine Analogie mit anderen speziellen Folgen zeigt, wenn also die betrachtete Folge in ihrer Art einzig dasteht, und nichts mit anderen Folgen gemein hat, wenigstens nicht mit einer bekannten Folge, ist die Frage unlöslich, wiederum weil wir kein Vergleichungsmaterial besitzen — — —. Wir haben dann das Entgegengesetzte von der Schwierigkeit der Frage nach den allgemeinen Ursachen; dort war kein Vergleichungsmaterial zu finden, weil die betreffende Eigenschaft allen Körpern zukommt, hier nicht, weil kein einziges Objekt, außer das Betrachtete, die Eigenschaft besitzt.

Es gibt noch eine andere Art von Fragen, welche man mit dem Namen sachliche Fragen andeuten könnte. Weshalb gibt es Bäume, Hunde, Fische etc.? Solche Fragen sind sämtlich unlöslich, denn wer meint, daß er darauf durch finale Ursachen antworten könne, vergißt, daß er Ursache und Folge miteinander verwechselt, da die Beziehung, in welcher diese zu einander stehen, nichts über ihren Ursprung aussagt: die herrschende Moral kann nie physische Ursache sein.

Deshalb muß man sorgfältig unterscheiden zwischen Warum, Wie und Wieviel? Warum? fragt immer nach der Ursache einer Folge oder nach der Tatsache selbst; wie? fragt nach der Weise, wie die Folge zustande kam; wieviel? fragt nach dem Maß der Folge.

Wenn wir dies erst eingesehen haben, können wir uns zu der Frage der Fortpflanzung wenden. Wenn man uns fragt, weshalb die Lebewesen sich fortpflanzen, sehen wir sofort, daß man uns nach dem Warum einer Tatsache fragt, und die Frage also unlöslich ist; aber wenn man uns fragt, wie die Lebewesen sich vermehren, glauben wir die Frage beantworten zu können, indem wir die Fortpflanzung von Tier zu Tier, von Pflanze zu Pflanze verfolgen. Sind wir damit zu Ende, so sehen wir aber, daß diese sämtlichen Fortpflanzungsweisen nur Tatsachen sind, Tatsachen, welche uns nie etwas über ihre Ursache lehren.

Unter diesen Umständen, fährt BUFFON fort, ist es erlaubt, eine Hypothese aufzustellen. Aber dabei müssen wir alle Hypothesen verwerfen, welche die Ursache als Tatsache annehmen, so z. B. jene, welche sich in dem ersten Keime alle sonstigen Keime enthalten denkt. Auch solche, welche annehmen, daß bei jeder Reproduktion eine neue Schöpfung als unmittelbare Willensäußerung der Gottheit stattfindet, denn dies ist eine Zurückführung auf Vorgänge, deren Ursache unerforschlich ist; auch müssen wir auf finalen Ursachen basierte Erklärungen verwerfen, wie z. B.: die Reproduktion ist da, damit das Lebende das Tote ersetze, oder damit die Welt stets in gleichem Maße mit Vegetation und Tieren bedeckt sei, damit der Mensch stets genügende Nahrung vorfinde etc., weil diese, statt eine Untersuchung der physischen Ursachen anzubahnen, sich nur auf arbiträren Beziehungen und moralischen Konventionen basieren.

Auch Axiomata, wie: keine Befruchtung außerhalb des Körpers ¹⁾, omne vivum e ovo, keine Fortpflanzung ohne Sexualakt etc. erklären nichts.

1) Man vergesse nicht, wann dies geschrieben wurde!

Denken wir also einmal nach, ob wir keine brauchbare Hypothese finden können.

Wir können mittels einer Mulde irgend einem Körper eine beliebige äußere Form geben; falls nun die Natur Mulden machen könnte, womit sie nicht nur die äußere, sondern auch die innere Form bestimmen könnte, wäre die Frage erlaubt, ob das nicht das Mittel wäre, wodurch eine Reproduktion ermöglicht würde.

Die Natur scheint viel mehr auf Leben als auf Tod zu halten, sie scheint womöglich alle Körper organisieren zu wollen, und man würde mit einigem Grund sagen können, daß der Umstand, daß nicht alles organisiert ist, dadurch zu erklären wäre, daß die organischen Wesen einander vernichten, denn wir können fast zu jedem gewünschten Grade die Quantität der Lebewesen vermehren, während das nicht möglich ist mit der Quantität der Steine oder mit der Quantität sonstiger roher Substanz; das scheint darauf hinzudeuten, daß die gewöhnlichste Arbeit der Natur das Produzieren von Organismen ist.

Ausgehend von der Quantität organischer Substanz, welche ein Ulmensamen und dessen Nachkommen bilden können, berechnet dann BURFON, daß dieser eine Samen imstande sein würde, in 150 Jahren die ganze Substanz der Erde zu einer Pflanzenart, zu Ulmen, auszubilden.

„La puissance de la nature ne serait arrêté que par la résistance des matières, qui n'étant pas toute de l'espèce qui il faudrait qu'elles fussent pour être susceptibles de cette organisation, ne se convertiraient pas en substance organique et cela même nous prouve que la nature ne tend pas à faire du brut, mais l'organique et quand elle n'arrive pas à ce but, ce n'est que parcequ'il y a des inconvénients qui s'y opposent.

Behalten wir dies im Auge, fährt er fort, so müssen wir lieber von lebender und toter als von organischer und roher Substanz reden.

So ist denn ein Lebewesen eine Art von Mulde, in welcher die Substanz welche zu seinem Wachstum dient, sich modelliert und dem Ganzen assimiliert wird. — — Es scheint uns sicher, sagt er, daß der Körper des Tieres eine solche konstante Mulde ist, aber daß Maße und Volumen desselben proportionell sich vermehren können und daß das Wachstum, oder wenn man will, die Entwicklung des Wesens nur durch Ausdehnung jener Mulde in allen ihren Dimensionen, sowohl inneren wie äußeren stattfindet, daß diese Ausdehnung durch Intussusception einer akzessibelen und fremden Substanz geschieht, welche hineindringt und welche der Form und der Natur der Muldensubstanz gleich wird.

Der Körper des Tieres ist also eine Mulde; und wenn der ganze Körper eine Mulde ist, muß man das auch von jedem Körperteile und von jedem Teile desselben aussagen. — — Es gibt also keine geformten Keime, welche bis ins unendliche ineinander eingeschachtelt sind, sondern eine stets aktive organische Substanz, welche stets der Ausbildung fähig ist, stets fertig zum Bilden von Lebewesen, denen, welche diese Substanz erhalten, gleich.

Es gibt in der Natur, sagt er, eine unendliche Zahl organischer lebender Teilchen, deren Substanz dieselbe ist, wie die der Lebewesen, ebenso wie es eine unendliche Masse rohe Substanz gibt, welche derjenigen der uns bekannten rohen Körper gleich ist.

Die großen organischen Lebewesen, welche in der Welt vorkommen, sind also aus kleinen organischen Wesen zusammengesetzt;

diese kleinen organischen Wesen sind Aggregate lebender organischer Partikelchen; die Entstehung, der Tod sind also nur Formenveränderungen; die Ernährung die Entwicklung sind nur ein fortwährendes Entstehen d. h. eine Hinzufügung von Molekeln und die organischen Molekeln sind zu allem imstande; von den organischen Molekeln ernährt sich das Tier und dadurch entwickelt es sich.

Man muß also annehmen, sagt BUFFON, daß in der Nahrung organische Molekel verschiedener Art anwesend sind, daß durch eine der Schwerkraft analoge Kraft diese organischen Molekel alle Teile des Körpers durchdringen, daß dies Wachstum und Ernährung verursacht, daß jeder Teil des Körpers, jede innere Mulde also, nur solchen organischen Molekeln den Zutritt erlaubt, welche ihm passen, und daß schließlich, wenn Wachstum und Entwicklung beendet sind, der Überschuß an organischen Molekeln von jedem Teile nach einer oder mehreren Stellen geschickt wird, wo alle zusammen durch ihre Vereinigung ein oder mehrere organische kleine Körperchen bilden, alle dem Individuum gleich, da jeder Teil solche organischen Molekeln dahin entsendet hat, welche ihm analog waren und ihn entwickelt haben würden, wenn er sie behalten hätte.

Klingt diese Auffassung nicht auffallend an DARWIN'S Pangenesis an und paßt nicht auf beide die Kritik, welche FLOURENS über BUFFON'S Meinung liefert;

„On est confondu de voir un aussi beau génie, un esprit si net, se payer d'un mot, et parcequ'il dit ce mot, s'imaginer qu'il explique un fait?“

Denn diese organischen Molekeln, welche BUFFON mit allen Eigenschaften ausrüstet, deren Erklärung er sucht, sind nur ein Schall; er macht sie unverwüstlich, damit die Natur stets lebe, reversibel damit sie von einem Tiere zum andern gehen können, Pflanzen und Tieren gemeinsam, damit letztere sich von den ersteren ernähren können und fährt dann fort:

Alles was lebt, lebt von dem was vegetiert, und die Pflanzen leben wieder von den Debris von dem was gelebt hat; um zu leben muß man zerstören können, und in der Tat können die Tiere sich nur ernähren und vermehren, indem sie andere Lebewesen zerstören. Als Gott die ersten Individuen einer jeden Pflanzen- und Tierart schuf, erteilte er dem Staub der Erde nicht nur Form, sondern er belebte und beseelte ihn auch, indem er in jedes Individuum eine größere oder kleinere Quantität aktiver Prinzipien einschloß: lebende, unverwüstliche und allen Lebewesen gemeinsame organische Molekeln. Diese wandern von Körper zu Körper, und dienen sowohl dem aktuellen Leben, wie der Fortsetzung dieses Lebens, zur Ernährung, sowie zum Wachstum. Nach der Dissolution des Körpers, nach seiner Reduktion zu Asche, überleben die organischen Molekeln, denen der Tod nichts machen kann, zirkulieren im Weltall, wandern zu anderen Lebewesen, denen sie Nahrung und Leben bringen: jede Produktion, jede Verjüngung, jedes Wachstum, seien sie durch Vermehrung, durch Nahrung oder durch Entwicklung herbeigeführt, setzen eine vorhergehende Zerstörung voraus, eine Substanzkonvertierung, ein Transport jener organischen Molekeln, welche sich nicht vermehren, aber welche stets in derselben Zahl vorhanden sind, die Erde gleichmäßig bevölkern, und stets leuchten mit dem Glanze dessen, der sie schuf.

Versuchen wir jetzt herauszuschälen, was BUFFON nun eigentlich über Evolution dachte, so ist das Resultat mager.

An der einen Stelle läßt er alle Arten aus einigen wenigen entstehen; hier will er das Pferd aus dem Esel hervorgehen lassen und dort will er sogar nicht leiden, daß LINNAEUS sie in seinem System nebeneinander stellt; hier können die Arten sich umbilden, dort heißt es von ihnen: „les seuls êtres de la nature, êtres perpétuels, aussi anciens, aussi permanents qu'elle“.

Dennoch sehen wir, wenn wir seine Schriften in ihrer Gesamtheit betrachten, sein Suchen nach Einheit in der Natur, ein Streben nach dem Finden einer allmählichen logischen Entwicklung durch Umbildung von dazu fähigen organischen Molekeln; nicht eine durch Katastrophen fortwährend unterbrochene Erdgeschichte, sondern ein Versuch alle Veränderungen, welche unsere Erde durchgemacht hat, durch gewöhnliche, stets wirkende Ursachen zu erklären; keine Unterbrechung des Entwicklungsganges durch Grillen der Gottheit, sondern eine allmähliche, notwendige Entwicklung vom Augenblicke, wo diese anfing, an. Das ist der große Gedanke BUFFONS, die Meinung, wodurch er weit über seinen Zeitgenossen hervorragte und welche, wenn sie nur nicht sofort wieder verlassen worden wäre, wenn nur nicht CUVIER mit der ganzen Wucht seiner Autorität für die Katastrophenlehre eingetreten wäre, eine weit schnellere Entwicklung der Wissenschaft verursacht haben würde, als in der Tat stattgefunden hat.

Dennoch beruhen, dies ist nicht zu verneinen, BUFFONS Auffassungen auf falscher Basis, auf dem vermeintlichen allmählichen Übergang aller Tierarten ineinander, dadurch daß sie nur nach einem, sei es auch vielfach modifizierten Bauplane konstruiert sind.

Diesen Kontinuitätsgedanken treffen wir bereits bei ARISTOTELES an:

„Der Übergang der unbeseelten Wesen zu den Tieren geschieht allmählich; die Kontinuität der Stufen verdeckt die Grenzen zwischen beiden Klassen von Lebewesen und entzieht die Trennungslinie unserem Auge. Den unbeseelten Wesen folgen zunächst die Pflanzen. — — — Das ganze Geschlecht der Pflanzen ist fast beseelt, wenn man sie mit den toten Körpern vergleicht, fast unbeseelt im Vergleich mit den Tieren. Von den Pflanzen zu den Tieren ist der Übergang keineswegs plötzlich und brüsk: man findet im Meere Körper, von welchen man schwerlich sagen kann, ob sie Pflanzen oder Tiere seien — — dieselben allmählichen Unterschiede, welche gewisse Tiere lebendiger als andere machen, finden wir auch bei den vitalen Funktionen (l. c. Livr. VIII, Cap. 1).

Zwanzig Jahrhunderte nach ARISTOTELES wirft LEIBNITZ (1646 bis 1716) den Gedanken der Kontinuität der Lebewesen wieder auf. „Die Menschen“, sagt er, „näher sich den Tieren, diese den Pflanzen und diese den Fossilien. — — Das Gesetz der Kontinuität fordert, daß alle Lebewesen eine einzige Kette bilden, einander halten, in solcher Weise, daß es unmöglich ist zu bestimmen, wo das eine endigt und das andere anfängt.“

Nach ARISTOTELES, nach LEIBNITZ nimmt BUFFON diesen Gedanken wieder auf, nach BUFFON BONNET und zum Schluß findet man diese Meinungen bei fast allen Naturforschern der letzten Jahrzehnte des 18. Jahrhunderts.

Und doch sagt bereits REAUMUR:

„Was will man doch sagen, wenn man uns verkündet, daß die Natur mit unmerklichen Schritten vorwärts geht, daß sie von der einen Art zur anderen übergeht, ja öfters von einem Geschlecht zum anderen

mittels unmerklichen Nuancen? Will man sagen, daß, im Schauspiel, uns von der Natur geboten, sie uns eine Serie von Pflanzen und Tieren zeigt, deren Organisationsvollkommenheit abnimmt, so daß wir leicht die niedrigsten Tierarten mit Pflanzen verwirren? — Ich höre es, aber für mich liegt darin nichts Mysterisches, ich sehe daraus nur, daß unsere Augen nicht bis zur letzten Instanz die Arbeit der Natur nachspüren können. Denn gewiß wird keiner mich bereden zu glauben, daß ein Armpolyp, der einer Pflanze ähnelt, oder ein Bukettpolyp, welcher an eine Blume denken läßt, eine Konstitution besitzt, welche nur wenig von der einer Pflanze oder von der einer Blume abweicht!

Diese Bemerkung ist recht zutreffend, und trotzdem ist es grade der Polyp, welchen BUFFON als Übergang vom Pflanzen- zum Tierreich betrachtet, und wir sehen also, daß seine Auffassung, gleich der des Aristoteles, mit seinen Meereslebewesen auf ungenügender Beobachtung beruht.

Mit Recht¹⁾ sagt FLOURENS (l. c. p. 41): Es gibt nicht einen einzigen Bauplan bei den Tieren, sondern vier.

Wenn nur ein Bauplan existierte, würde man das Recht haben mit BONNET von einer kontinuierlichen Leiter des Tierreiches zu reden; aber es gibt vier Baupläne; statt ganz ist die Leiter also gebrochen, und zwar jedesmal dort wo man von einem Bauplane zum anderen übergeht.

Nur solange man innerhalb desselben Planes bleibt, sieht man allmähliche Übergänge, und das ist es, was BUFFON, der nur Vertebrata berücksichtigte, zu seiner Auffassung der Kontinuität brachte. Es gibt graduelle Nuancen vom einen Wirbeltier zum anderen, aber von einem Wirbeltier zu einem Mollusken, von einem Mollusken zu einem Insekt, von einem Insekt zu einem Zoophyten ist der Übergang abrupt.

BUFFONS Meinung betreffs der nuancierten Übergänge und sein Gesetz der Einheit des Bauplanes haben eine wahre Seite, denn es gibt solche Nuancen und es existieren Baupläne, aber sie haben auch ihre verkehrte Seite, denn es existiert nicht eine ununterbrochene Reihe von Nuancen, da es mehr als einen Bauplan gibt und diese Baupläne nicht allmählich ineinander übergehen.

Auch CUVIER ist dieser letzten Ansicht. Trotzdem es Fälle gibt, sagt er, wo man von einer Art Degradation und Übergang von der einen Art zur anderen sprechen kann, darf man diese Beobachtung nicht zu allen Fällen verallgemeinern. Die „ununterbrochene Leiter“ ist nur eine falsche Verallgemeinerung einiger Beobachtungen, deren Wert aufhört, wo man die aus ihnen gezogenen Schlußfolgerungen nicht auf das Gebiet beschränkt, innerhalb welchem sie gemacht wurden.

Bei der Bestreitung von BUFFONS und BONNETS Auffassungen fand CUVIER einen Angriffspunkt in zwei von ihnen geäußerten Meinungen.

BONNET sagt in seinen *Principes philosophiques*, p. 227: „Alle Kombinationen, welche mit denselben Substanzteilchen gemacht werden konnten, sind gemacht und haben ebensovielen Arten entstehen lassen. Andere Teilchen, diesen zugefügt, haben zu neuen Kombinationen geführt und also zu neuen Arten. In dieser Weise sind alle Lücken ausgefüllt, alle Stellen eingenommen.“

BUFFON sagt: „Man muß nichts für unmöglich halten, auf alle Vorkommnisse vorbereitet sein, und annehmen, daß alles was sein kann,

1) Wiederum die Zeit, in der dies gesagt wurde, zu berücksichtigen!

ist. Die ambiguen Wesen, die regelwidrigsten Produkte, die Anomalien werden uns dann nicht mehr in Erstaunen setzen und werden sich als ebenso notwendig in der unendlichen Weltordnung dokumentieren, wie die anderen; sie füllen die Lücken der Reihe aus, sie bilden die Knoten, die intermediären Punkte, und bezeichnen überdies die Enden.“

Dieser Auffassung nun widerspricht CUVIERS Gesetz der Korrelation, ein Gesetz, daß zumal deshalb einen so großen Eindruck auf seine Zeitgenossen machte, weil es ihm ermöglichte, in manchen Fällen aus einigen wenigen fossilen Knochen ganze Skelette zu rekonstruieren, welche theoretischen Rekonstruktionen sich bei späteren Funden vollständiger Skelette öfters als verblüffend genau herausstellten.

BUFFON, sagt denn auch FLOURENS in seiner bewußten Biographie, irrt sich, wenn er sagt: „Alles was sein kann, ist.“ Aber kann alles sein? Offenbar nicht. Nicht alle Kombinationen sind möglich; gewisse Organe, könnte man sagen, rufen einander, andere schließen einander aus; der Magen eines Karnivors schließt notwendigerweise ein herbivores Gebiß aus, usw., und da also nicht alle Kombinationen möglich sind, sind alle denkbaren Wesen nicht möglich und muß es also Diskontinuität geben; das großartige CUVIERSche Gesetz der Korrelationen ist die empirische Verwerfung der behaupteten Kontinuität der Organismenreihe.

Dieser Gedanke der Diskontinuität gewann mehr und mehr Boden und wurde seinerseits wieder stark übertrieben, so daß er eins der größten Hindernisse für DARWINS Theorie wurde, da er zur Annahme der mehrfachen Unterbrechung der Entwicklungsreihe, zur Annahme periodischer Destruktion alles Lebenden und wiederholter Neuschöpfung führte, ein Hindernis, welches glücklicherweise zeitig durch LYELLS geologische Untersuchungen aus dem Wege geschafft wurde. Wäre dies nicht geschehen, so würde es weit länger gedauert haben, bevor DARWINS Ideen ihren Weg fanden. Ehe wir zu diesen übergehen, müssen wir einer anderen Strömung der Wissenschaft gedenken, welche zu einer ganz anderen Auffassung führte.

Achtzehnte Vorlesung.

Die Zweckmäßigkeit des Baues der Tiere, p. 302. Der Zustand der Fortpflanzungslehre zur Zeit des ERASMUS DARWIN, p. 302. HARVEYS *omnia ex ovo* bedeutet nicht: alles entsteht aus einem Ei, p. 302. LEEUWENHOEKS Spermatozoenlehre, p. 302. Übereinkunft derselben mit Aristoteles, p. 302. Hippokrates' Auffassung, p. 302. FABRICIUS VON AQUAPENDALES Untersuchungen an Hühnereiern, p. 303. HARVEYS Untersuchungen darüber, p. 303. DE GRAAFs Auffassungen sind der Hauptsache nach richtig, p. 303. BUFFONS verfehlt Einwendungen, p. 303. ERASMUS DARWINS Evolutionstheorie, p. 304. GOETHEs Auffassungen p. 313.

Meine Damen und Herren! Die Auffassung, welche jetzt in der Wissenschaft zu herrschen anfing, basierte auf der Erfahrung, daß die verschiedenen Teile der Organismen der Aufgabe, welche sie zu erfüllen haben, fähig sind, m. a. W. daß sie zweckmäßig sind, so daß sie den Bedürfnissen des Tieres entsprechen.

Die erste Folge dieser Erfahrung war eine Evolutionstheorie, welche der Großvater unseres DARWIN, Dr. ERASMUS DARWIN im Jahre 1794 in seiner *Zoonomia* verkündete.

Um seine Meinung verstehen zu können ist es aber nötig, uns den damaligen Standpunkt der Wissenschaft, zumal der Fortpflanzungsfrage, zu vergegenwärtigen. Zwar hatte HARVEY bereits seinen berühmten Satz verkündet: *Omnia ex ovo*, aber man darf das nicht übersetzen mit: Alles entsteht aus einem Ei. Das „Ovum“ HARVEYS doch war, was die Säugetiere betrifft, keineswegs das, was wir jetzt darunter verstehen, sondern der Sack, welcher den Fötus umkleidet.

HARVEY sagt selbst, daß dieses Ei nicht den weiblichen Ovarien entstammt, an welchen er nie eine Veränderung beobachtete, und er betrachtet denn auch die weiblichen Ovarien als Drüsen, welche mit der Fortpflanzung nichts zu schaffen haben.

Schon 1677 hatte LEEUWENHOEK die Spermatozoen entdeckt. Zunächst hielt er sie für Nerven, Blutgefäße etc., welche in der noch flüssigen Substanz, aus welcher später das neue Tier sich bilden sollte, vorhanden wären. Später aber meint er, mit Recht, daß diese *Animalculae* eine wichtige Rolle bei der Fortpflanzung spielen, und kommt dann zu seiner bekannten Theorie, daß die Spermatozoen zu neuen Organismen auswachsen. Noch später kommt er, wie aus seiner Korrespondenz mit BOERHAAVE hervorgeht, zu der Auffassung, daß im Sperma zwei Arten von Spermatozoen, männliche und weibliche, vorhanden sind, wodurch dann erklärt wird, daß männliche und weibliche Tiere geboren werden. Wie man sieht hat das weibliche Tier, nach LEEUWENHOEKS Meinung, mit der Fortpflanzung eigentlich nichts zu schaffen; es erfüllt nur in gewissem Sinne die Rolle eines Brutofens für diese *Animalculae*.

In gewisser Beziehung stimmt LEEUWENHOEKS Auffassung mit der des Aristoteles überein, welcher meinte, daß die männliche Saat dem Menstruationsblut des weiblichen Tieres die Form des Kindes erteile; auch hier wird also das Sperma, von welchem Aristoteles natürlich nicht wußte, daß es Spermatozoen enthält, als die Fortpflanzungssubstanz *par excellence* betrachtet.

In dieser Hinsicht war Hippokrates, der fünfzig Jahre vor Aristoteles lebte, sowohl diesem wie LEEUWENHOEK entschieden voraus, indem er annahm, daß sowohl vom weiblichen wie vom männlichen Tiere eine Substanz abgeschieden wird, aus deren Kombination das Kind ent-

steht; denn wiewohl auch Aristoteles aus der Kombination von Sperma und Menstruationsblut das Kind hervorgehen läßt, betrachtet er doch das Sperma als den weit wichtigeren Teil.

Daraus soll man aber keineswegs schließen, daß Hippokrates eine bessere Einsicht in dergleichen Sachen besaß. Wie gering seine physiologischen Kenntnisse waren, möge aus einem Versuche hervorgehen, wodurch er beweisen will, daß das Sperma zwar ein Sekret aller Körperteile, aber doch vorwiegend des Kopfes ist; dies geht, sagt er, daraus hervor, daß Tiere, denen man die Halsadern abschneidet, nur wenig Sperma erzeugen.

Dieser Versuch erinnert mich an den des Knaben, der beweisen wollte, daß das Gehör der Heuschrecken sich in deren Beinen befände. Wenn er auf einen Tisch klopfte, auf dem sich Heuschrecken befanden, hüpfen diese Tiere vom Tisch herunter; schnitt er ihnen aber vorher die Beine ab, so hüpfen sie nicht, ergo: sie hörten mit den Beinen!

Aristoteles und Hippokrates haben jeder ihre Anhänger gehabt, fast alle Philosophen folgten ersterem, fast alle Mediziner letzterem.

Erst FABRICIUS VON AQUAPENDALE [Mitte des 16. Jahrhunderts] kam auf den Gedanken, Versuche mit eierlegenden Tieren anzustellen, wozu er natürlich das Huhn wählte.

Im oberen Teile der Ovarien dieses Tieres entdeckt er die kleinen Eier, und nennt deshalb auch dieses Organ das Ovarium. Nachdem er nun eine Henne mit einem Hahn hat paaren lassen, versucht er, männliche Saat bei den Eiern zu sehen; da er diese, in Ermangelung eines Mikroskopes, selbstverständlich nicht sieht, kommt er zur Ansicht, daß die Eier, oder vielmehr das Ovarium, durch eine spirituelle Emanation des männlichen Spermas fruchtbar werde.

Nach ihm ist nun das Ei dasjenige, was die nötige Substanz liefert, aber das Sperma dennoch das Essentielle, das Formerweckende.

HARVEY, der große Entdecker des Blutkreislaufes, verfolgte die Bildung des Kückchens, zeigte, daß ohne Hahn keine Kücklein entstehen können, aber bekam doch keine Einsicht in die Rolle des Spermas. Nach ihm ist überdies das Keimbläschen des befruchteten Eies nicht von dem des unbefruchteten verschieden; daß dies wohl der Fall ist, wurde erst 35 Jahre später von MALPIGHI nachgewiesen. Schon HARVEY hatte, wie bemerkt, die Ansicht verkündet, daß alle Tiere, auch Säuger, aus Eiern entstünden, aber die von ihm wahrgenommenen Säugereier waren junge Embryonen.

Der holländische Arzt DE GRAAF (1641—1673) entdeckte erst die eierbildenden Follikel in den Ovarien, erklärt diese Organe denn auch für echte Ovarien, und beobachtet, daß die Eier in die Hörner des Uterus hineinfallen. Diese Beobachtungen geschahen an Kaninchen.

Daraus schließt GRAAF mit Recht, daß alle lebendig gebärenden Tiere Eier besitzen, welche in den Ovarien gebildet werden, und mit Unrecht, daß diese sich erst nach der Befruchtung durch den Geist des männlichen Samens lösen.

BUFFON sagt darüber: „Ich werde zeigen, daß alles, was DE GRAAF über die Abscheidung der Eier und über ihren Transport nach dem Uterus sagt, unrichtig ist, daß es sogar nicht wahr ist, daß sich Eier in den weiblichen Ovarien befinden, und daß nichts schlechter begründet ist, als die Theorie, welche man auf den Beobachtungen dieses berühmten Anatomen hat aufbauen wollen.

Nein, sagt er, recht in dieser Angelegenheit hat VALLISNIERI; dieser zeigte, daß die DE GRAAF'schen Follikel keine Eier enthalten, daß sie nur Reservoirs von Lymphe oder von irgend einer anderen Flüssigkeit sind, und daß diese Flüssigkeit eine wichtige Rolle bei der Fortpflanzung spielen muß.

Nach der Entdeckung der Spermatozoen bestreitet selbstverständlich LEEUWENHOEK, wie viel später BUFFON, die Annahme einer Existenz von Eiern bei lebendig gebärenden Tieren; nicht das Ei ist nun das Objekt, innerhalb welchem alle künftigen Generationen enthalten sind, sondern das Spermatozoon, in welchem man die Gestalt des Menschen zu erblicken glaubt, und welches man also Homunculus nennt; vielfach wird es aber auch mit dem Namen Filament angedeutet.

BUFFON fand nun in den Follikeln verschiedener Ovarien Körperchen, welche Spermatozoen ähnlich sahen und schloß daraus, daß sowohl die weiblichen wie die männlichen Tiere *Animalculae* hervorbringen. Was er gesehen hat, weiß ich nicht, vielleicht bis zu den Ovarien hervorgebrungenes Sperma.

Nun kommt er zu der Ansicht, daß solche kleine organische Einheiten in allen Pflanzen- und Tiertheilen vorhanden sein müssen, und weist dies, wie er meint, nach, indem er Infusionen der verschiedensten pflanzenartigen und tierischen Substanzen macht, welche Flüssigkeiten er nach einigen Tagen untersucht. Zu seiner großen Genugtuung findet er dann überall Bewegungen; diesmal sah er natürlich Bakterien, Infusorien etc. Selbstverständlich ist dieses ihm eine große Stütze für seine Theorie der organischen Molekeln, welche wir bereits behandelten.

Also als ERASMUS DARWIN seine *Zoonomia* schrieb, war die Fortpflanzungstheorie, der Hauptsache nach richtig, von DE GRAAF aufgestellt, von BUFFON wieder verdorben.

Es kann uns deshalb nicht wundern, bei ihm folgenden, noch stark an Aristoteles, der das Sperma als ein Sekret des Blutes betrachtete, erinnernden Satz zu finden:

Während der ersten Stadien seiner Existenz scheint das Embryo, sobald es aus dem Blute des männlichen Tieres abgeschieden ist, aus einem lebenden Filament zu bestehen, begabt mit einer gewissen Kapazität zur Wahrnehmung von Reizen, zum Fühlen, zum Wollen und auch zur Assoziation, mit einigen angenommenen Gewohnheiten und Neigungen, welche dem Vater eigen waren. Der scharfsinnige HARTLEY nun, sagt ERASMUS DARWIN, hat in seinem Werke über Menschen gesagt, daß unser unsterblicher Teil beim Handeln und Fühlen während des Lebens gewisse Gewohnheiten annimmt, welche ihm bis in Ewigkeit anhaften und sogar in einem zukünftigen Zustande, nach dem Tode, noch fort dauern.

Diesen scharfsinnigen [sic!] Gedanken, sagt ERASMUS DARWIN, will ich auf die Fortpflanzung übertragen, da ja doch der Embryo nur eine Fortsetzung des Vaters ist, und also immer etwas von dessen Gewohnheiten behalten wird.

Nach ERASMUS DARWIN ist denn auch der Uterus des weiblichen Tieres nur eine Art von Brutofen für das männliche Filament.

Die Art, wie er es plausibel macht, daß der Mann und nicht das Weib den Embryo bildet, ist zu ergötzlich um sie nicht mitzuteilen. Wenn man annimmt, sagt er, daß die Frau die Hälfte des Embryos bildet, so drängt sich doch die Frage auf, weshalb sie den ganzen Apparat bildet, den Embryo zu ernähren und mit Sauerstoff zu ver-

sorgen. Bei vielen Tieren ist ja der Maun größer und stärker und verzehrt in der Regel mehr Nahrung als das Weib; es gehört sich also, daß er gerade so viel, wenn nicht mehr, zu der Bildung der Nachkommen beiträgt; lieferte er aber nur den halben Embryo, und trüge er nichts zu dessen Ernährung bei, so würde die Verteilung zu ungleichmäßig sein, was dem Gang der Natur widerspricht.

Man sieht, ERASMUS DARWIN ist für gleiche Rechte! Auf welche Irrwege eine vorgefaßte Meinung jemand führen kann, möge aus einigen weiteren Äußerungen ERASMUS DARWINS hervorgehen.

Von der Knospenbildung beim Bandwurm (*Taenia*) redend, sagt er: Dieses Tier besitzt offenbar die Kraft sich ohne mütterlichen Apparat zur Ernährung und zur Sauerstoffversorgung fortzupflanzen, da es bis zu seiner Reife am Vater haften bleibt.

Das Kugeltier (*Volvox globator*), welches durchsichtig ist, umschließt, nach LINNAEUS, Kinder und Enkel bis in die fünfte Generation. Dies sind vermutlich Embryonen verschiedener Entwicklungsstadien, welche vom Vater produziert sind, um an verschiedenen Zeitpunkten geboren zu werden, und sind wohl den verschieden großen Eiern der Vögel vergleichbar.

Diese Eier betrachtet er nämlich ebenfalls als Embryonen, aber nicht infolge der Paarung der sie enthaltenden Henne mit einem Hahn, sondern infolge der Paarung z. B. der Großmutter der betreffenden Henne mit einem solchen. Eine derartige Konstruktion war notwendig, um die einfache Tatsache zu erklären, daß eine Henne auch ohne Hahn Eier legen kann.

Dieser Gedanke, fährt er fort, von der Fortpflanzung der Tiere, mittels eines einzigen Filaments, welches von dem Vater herrührt, scheint dunkel oder allegorisch angedeutet zu sein in der merkwürdigen Mitteilung der Heiligen Schrift, nach welcher Eva aus einer Rippe des Mannes hervorging!

Aus allen diesen Analogien (sic!) schließe ich, daß das Embryo ausschließlich vom männlichen Tiere hervorgebracht wird, und daß die Frau ihm die nötige Nahrung und Sauerstoff verschafft, und daß die Meinung vieler Philosophen, das Sperma wirke nur als ein Reiz, welcher das Ei zur Entwicklung bringe, weder durch Versuche, noch durch Analogien bestätigt wird.

Viele scharfsinnige Philosophen, fährt er fort, fanden die Fortpflanzung eine so schwerverständliche Sache, daß sie angenommen haben, daß sämtliche Nachkommen bereits en miniature in den ursprünglich geschaffenen Tieren vorhanden waren, und daß diese sehr kleinen Wesen sich nur ausdehnen, wenn der Embryo sich zu entwickeln anfängt.

Abgesehen von dem Umstande, daß diese Meinung durch keine einzige bekannte Analogie gestützt wird, setzt sie auch eine so große Feinheit der organischen Materie voraus, als wir unmöglich akzeptieren können. Jedes doch dieser eingeschlossenen Embryos muß alle Körperteile enthalten; diese Teile müßten also noch unendlich viel kleiner sein, als — — — die kleinsten Teufelchen, welche den heiligen Antonius versuchten und 20000 von ihnen müßten demnach imstande sein, auf der Spitze einer Nadel eine Sarabanda zu tanzen, ohne sich gegenseitig zu berühren.

Andere nahmen an, daß alle Teile des Embryos bereits im männlichen Samen gebildet waren, bevor dieses in das Ei oder in das Mutter-

tier deponiert wurde. Dies ist, wie ERASMUS DARWIN mit Recht bemerkt, nur eine Verschiebung der Schwierigkeit. Gegen beide Auffassungen, fährt er fort, kann man einwenden:

1. daß viele Tiere, z. B. Krebse, einen verloren gegangenen Teil regenerieren können, und daß also, wenigstens bei diesen Tieren, ein Teil neugebildet werden kann, von welchem man nicht annehmen kann, daß er bereits vorher, en miniature, vorhanden war.
2. Bei vielen Krankheiten werden neue Teile oder Gefäße gebildet, z. B. bei Augenentzündung in der Hornhaut bei Krebs usw., und von diesen kann man doch nicht behaupten, daß ihr Prototyp oder Originalminiatur bereits im Embryo vorhanden war.
3. Wie würden Bastarde entstehen können, welche doch sowohl etwas von der väterlichen wie von der mütterlichen Form besitzen, wenn das Originalembryo bereits im Sperma vorhanden war? Wenn ein Eselembryo sich nur auszudehnen braucht, kann doch daraus kein Maultier sich entwickeln.

Gegen BUFFONS Meinung, nach welcher vom Vater und von der Mutter gleichwertiges Sperma gebildet wird, wendet er ein, daß dann das weibliche Tier auch ohne Paarung fähig sein müßte, Junge hervorzubringen.

Ich dagegen, sagt er, stelle mir vor, daß das aus dem Blute des Vaters abgeschiedene Filament durch bestimmte Reize zur Entwicklung gebracht wird.

Durch den Reiz der Uterusflüssigkeit kann es sich zu einem Ringe biegen, und so den Anfang einer Röhre darstellen. Solche bewegliche Filamente und Ringe sind von denjenigen, welche die mikroskopische Tierwelt untersuchten, beschrieben worden. Dieser lebende Ring kann nun ein Nahrungspartikelchen aus der umgebenden Flüssigkeit absorbieren, und durch die Aufnahme einer Anzahl solcher Partikelchen in seine Zwischenräume oder an seinen Enden können seine Länge und Dicke zunehmen, und so kann der lebende Ring nach und nach ein lebendes Röhrchen werden.

Mit dieser neuen Organisation entsteht eine neue Reizbarkeit. Daß im Leben der Tiere tatsächlich Reizbarkeiten auftreten, welche nicht vom Anfang an vorhanden waren, geht aus mancherlei Beobachtungen hervor. Erst nachdem die Geschlechtsorgane entwickelt sind entsteht der Reiz zur Paarung; erst wenn die Lungen entwickelt sind, der zum Atmen; erst wenn Kehle und Ösophagus da sind, der Reiz welchen wir Hunger nennen usw. — — — So bekommen entzündete Nerven und Membranen, ja sogar Knochen, neue Empfindungen.

Ich vermute deshalb, daß mit jeder Veränderung der Organisation, und bei jeder Hinzufügung neuer Teile eine neue Art von Reizbarkeit entsteht; solche verschiedene Formen von Reizbarkeit bestehen beim erwachsenen Wesen in den verschiedenen Drüsen, jede Drüse besitzt eine spezielle Reizbarkeit, und wirkt dadurch in spezieller Weise.

So denke ich mir, daß die Gefäße der Kiefer die Zähne hervorbringen, die der Finger die Nägel, die der Haut die Haare, und daß nach Eintritt der Pubertät der Bart und sonstige große Veränderungen sowohl im Körper wie in der Seele auftreten, und zwar infolge der Abscheidung der Geschlechtsprodukte, denn wenn man das Tier kastriert, finden diese Veränderungen nicht statt.

Solche Veränderungen werden, wie ich meine, nicht durch Ausdehnung, sondern durch Hinzufügung von Teilen verursacht, so kann

z. B. der Hummer, welcher ein Bein verliert, dieses regenerieren, die Kaulquappe fügt zu ihrem Körper Beine hinzu, lange nachdem sie dem Ei entschlüpft ist; die Raupe nimmt eine andere Form an, wenn sie sich zu einem Schmetterling entwickelt, und mit dieser neuen Gestalt erhält sie neue Kräfte, neue Reizbarkeit, neue Triebe. — Daraus schließe ich, sagt er, daß mit dem Erhalten neuer Reizbarkeiten neue Triebe und neue Kräfte entstehen und zwar durch Hinzufügung zu den alten Teilen nicht durch bloße Ausdehnung derselben, und weiter, daß die wesentlichsten Teile des Systems wie das Gehirn, welches dazu dient, die Lebenskraft zu verteilen, die Placenta etc. durch die diese Reize begleitenden angenehmen Gefühle entstehen, und daß andere wieder durch die Wirkungen schmerzlicher Gefühle entstehen können, wie Hunger oder drohende Erstickung. Letzteres bezieht sich auf die Entstehung von Lungen bei Fröschen beim Übergang vom Wasser- zum Landleben. Wird der Embryo in eine Flüssigkeit aufgenommen, deren Reiz in gewissen Hinsichten von dem normalen abweicht, wie z. B. bei Bastardierung, so kann die von den wachsenden organischen Teilen erhaltene neue Reizbarkeit von der normalen verschieden sein, und können dadurch Teile, welche nicht denen des Vaters gleich sind, sondern in gewisser Hinsicht auch der Mutter gehören, gebildet werden; so entsteht dann eine Formveränderung, indem neue Reizbarkeiten und neue Triebe erwacht sind, trotzdem das Filament ursprünglich nur dem Vater entstammt.

Wenn man annimmt, daß der Embryo sich nur ausdehnt, würde man nie Bastarde erhalten können, aber dieser Schwierigkeit entgeht man, sobald man annimmt, daß das ursprüngliche Embryo aus einem lebenden Filament besteht, das neue Teile mit neuen Reizbarkeiten erwirbt, im Verhältnis seiner Zunahme an Größe.

So kann man, sagt ERASMUS DARWIN, der in erster Linie Arzt war, auch die erblichen Krankheiten erklären, sowohl die, welche vom Vater, als die, welche von der Mutter geerbt werden. Als Beispiel nennt er die Epilepsie. Diese besteht in der Reaktion mit einer zu großen unwillkürlichen Äußerung auf unangenehme Gefühle in irgend einem kranken Teile. Wo nun die Schmerzen, welche diese Konvulsionen verursachen, wie ich früher zeigte, aus Mangel an Arbeit des betreffenden kranken Teiles entstehen, so leuchtet es ein, daß diese erblichen Krankheiten sowohl durch mangelnde Reizbarkeit des vom Vater erhaltenen Filaments wie dadurch, daß die Uterusflüssigkeit nicht genug reizt, erklärt werden können, so daß diese Krankheit also sowohl von dem Vater wie von der Mutter geerbt werden kann.

Man sieht, daß viele der hier verkündeten Auffassungen noch jetzt gelten, wenn man nur statt Sperma Zygote liest. Die Auffassung, daß die Entwicklung durch eine Serie von einwirkenden Reizen verursacht wird, ist ein genialer, von ERASMUS DARWIN 1794 ausgesprochener, noch jetzt geltender Gedanke.

Auf diese Betrachtungen nun basiert ERASMUS DARWIN seine Evolutionstheorie. Er sagte: Aus meiner Meinung über die Fortpflanzung folgt, daß alle Tiere einen gemeinsamen Ursprung haben, nämlich aus einem einzigen lebenden Filament, und daß die Verschiedenheit ihrer Formen und Eigenschaften nur aus Differenzen in Reizbarkeit und Trieben oder Willen dieses ursprünglichen Filaments hervorgegangen ist; vielleicht auch gewissermaßen aus der verschiedenen Form der Flüssigkeitsteilchen, durch welche dieses Filament zuerst zur Wirksamkeit gereizt wird.

Darum gilt das, was LINNAEUS zuerst von der Pflanzenwelt vermutet hat, auch für die große Verschiedenheit der Tierarten, welche unsere Erde bevölkern, nämlich, daß sie ursprünglich aus der Vermischung einiger weniger natürlicher Gattungen entstanden sind, und daß diese animalen und vegetativen Bastarde, welche ihre Art fortpflanzen konnten, das auch wirklich getan haben und die jetzt bestehenden zahlreichen Pflanzen- und Tierfamilien darstellten; daß dagegen die unfruchtbaren Bastarde ausstarben, und daß die Bastarde, welche wir kennen, zu dieser unfruchtbaren Art gehören.

Eine solche Vermischung von Tierarten findet bis auf den heutigen Tag, wie Kapitän HUNTER zeigte, noch in Neusüdwaies statt.

Dort sah er Zwischenformen zwischen Opossum und Känguruh von der Größe eines Schafes bis zu der einer Katze. Selbstverständlich werden hier die damals unbekannten Beuteltiere gemeint; daß hier ebensowenig wie in den nächstfolgenden Beispielen Bastardierung vorliegt, braucht wohl nicht besonders auseinandergesetzt zu werden. So sah er Fische mit dem Kopfe und den Schultern eines Rochens, aber mit dem Hinterleib eines Haifisches, andere mit einem Haifischkopf aber mit dem Körper eines „Challets“, andere mit einem Haifischkopf und mit dem flachen Körper eines Stachelrochens. Viele Vögel haben, sagt er, irgend etwas vom Papagei, z. B. Hals, Kopf und Schnabel, aber gerade Füße und Beine; andere haben die Beine und Füße des Papageis, aber den Kopf und den Hals der Seemöwen.

Alle Tiere haben also, so fährt er fort, eine gleiche Organisationsursache, welche einem einzigen lebenden Filament entstammt, welches mit verschiedenen Formen und Reizbarkeiten und Gefühlen oder tierischen Appetiten begabt ist; diese Reizbarkeit besteht in jeder Drüse und in jeder beweglichen Faser des Körpers, und ist ebenso notwendig für die lebende Substanz, wie die chemische Affinität für die leblose Materie.

Ja, falls es erlaubt wäre, in einem philosophischen Werke, ein Gleichnis zu verwenden, so würde ich sagen, daß die tierischen Reizbarkeiten nicht nur nicht weniger zahlreich sind, als die chemischen Verwandtschaften, sondern daß sie, wie diese, sich mit jeder neuen Verbindung verändern. So bilden z. B. Sauerstoff und Stickstoff zusammen Salpetersäure, welche nun die Eigenschaft erhält, Silber aufzulösen; ebenso vermute ich, daß mit jedem neuen Teile der Embryo neue tierische Appetite bekommt, z. B. mit dem Ösophagus, mit den Lungen etc. Letzteres ist natürlich richtig.

ERASMUS DARWIN geht nun nach, inwieweit die Entwicklung bewußt geschieht. In den ersten Stadien der Embryonalbildung infolge der Reizbarkeit und der dadurch entstandenen Appetite, kann man sich das Vermögen zum Wollen wohl nicht gut vorhanden denken. Denn, wozwischen soll der Fötus wählen, wenn es nichts zu wählen gibt?

In späteren Stadien besitzt er aber gewiß einen Willen, er verändert öfters seine Lage, trotzdem er die meiste Zeit zu verschlafen scheint. Eigentlich scheint ERASMUS DARWIN ihm das übelzunehmen.

Nachdem er die Veränderungen skizziert hat, welche bei vielen gezähmten Tieren auftreten, fährt er fort:

„Wenn wir an die große Übereinstimmung im Bau denken, welche bei allen warmblütigen Tieren besteht, sowohl bei den Säugern und den Vögeln, wie bei den Amphibien (sic!), bei dem Menschen, der Maus und der Fledermaus bis zum Elefanten und dem Wale, so können

wir uns kaum vorstellen, daß diese anders als in übereinstimmender Weise aus einem Filament entstanden sind.

Bei einigen hat dieses Filament bei seiner Vervollkommnung mit feinem Tastsinn begabte Hände und Füße erhalten, so wie beim Menschen. Bei anderen hat es Klauen erhalten, wie bei dem Tiger und dem Adler, bei anderen Zehen, zwischen welchen Schwimmhäute ausgespannt sind, wie bei Gänsen und Robben, bei wieder anderen gespaltene Hufe wie bei Kühen und Schweinen oder ungespaltene wie bei Pferden. Bei den Vögeln hingegen hat dieses Filament Flügel statt Arme und Federn statt Haare erzeugt. Bei vielen Tieren bildete es eine Hornplatte statt Zähne im Oberkiefer, bei anderen Zähne, welche wir Hauer nennen, statt einer Hornplatte, und bei noch anderen einen Schnabel statt beider.

Genau denselben Vorgang können wir täglich beobachten bei der Metamorphose der Kaulquappe, welche Beine und Lungen bilden wenn sie deren bedürfen und den Schwanz abwerfen, wenn sie dafür keine Verwendung mehr haben.

Weiter erfahren alle Tiere vom Anfang ihres Lebens an bis zum Ende desselben fortwährende Umbildung, welche zum Teil durch ihre eigene Wirksamkeit infolge ihres Verlangens oder ihrer Abneigung, ihres Vergnügens oder ihrer Schmerzen entstehen, oder infolge von Reizen oder Assoziationen, und viele dieser erworbenen Formveränderungen oder Neigungen dazu werden von ihren Nachkommen geerbt.

Da Luft und Wasser stets in genügender Quantität vorhanden sind, sind die drei großen Triebe, welche die Formen der Tiere verändert haben, die Wollust, der Hunger und die Sicherheit.

Das große Bedürfnis vieler Tiere besteht in dem ausschließlichen Besitz eines Weibchens, sie erhielten Waffen für den dafür nötigen Kampf. So entstanden z. B. die Geweihe der Hirsche, aber so entstanden auch Protektionsmittel z. B. die Verzweigung dieser Geweihe, welche dazu geeignet sind, die Stöße des Gegners abzulenken; die dicke hornartige Haut auf den Schultern des Ebers, welche ihn gegen die schieß nach oben schlagenden Hauer seines Rivalen schützt.

Diejenigen Vögel, welche ihre Jungen nicht ernähren, und also nicht paaren, haben Sporne bekommen um sich den ausschließlichen Besitz des Weibchens zu sichern. Daß diese Waffen ihnen nicht zur Verteidigung gegen andere Tierarten gegeben sind, geht aus der Tatsache hervor, daß nur die Weibchen sie besitzen.

Die Endursache (das Endziel) dieses Kampfes scheint darin zu liegen, daß das stärkste Tier die Art fortpflanzen soll, welche dadurch verbessert wird.

Auch hier also, wie man sieht, eine fortwährende Verwirrung von Ursache und Folge. Wieviel klarer sah nicht BUFFON in dieser Hinsicht; aber sogar in der Jetztzeit wird nur zu oft das Resultat als Ursache betrachtet.

Ein anderes großes Bedürfnis, sagt ERASMUS DARWIN, besteht darin, sich Nahrung zu verschaffen; dadurch sind alle Tierarten verändert. So ist die Nase des Schweines hart geworden, damit das Tier beim Suchen nach Wurzeln und Insekten den Boden umwühlen könnte. Der Rüssel des Elefanten ist eine Verlängerung der Nase, zum Abreißen von Baumzweigen und zum Trinken, ohne daß die Kniee gebeugt zu werden brauchen. Raubtiere erhielten Krallen, um sich ihrer Beute

zu bemächtigen, Vögel Schnäbel, um harte Nüsse zu zermalmen, oder um Insekten aus dem Boden zu graben wie die Schnepfen.

ERASMUS DARWINS Theorie war also rein teleologisch. Das dritte große Bedürfnis, das der Sicherheit, scheint großen Einfluß gehabt zu haben. Um starken Feinden entkommen zu können, erhielten viele Tiere Flügel oder eine lange Mähne, wie die fliegenden Fische und die Fledermäuse, andere große Schnelligkeit wie der Hase, wieder andere starke, glatte oder stachelige Schalen wie die Schildkröte und der Seeigel.

Auf der anderen Seite erhielten Falken und Schwalben schnellen Flug um ihre Beute erhaschen zu können, Motte und Kolibri merkwürdig gebildete Mundteile zum Honigsaugen.

All dieses scheint durch das ursprüngliche lebendige Filament gebildet zu sein, welches in Tätigkeit gesetzt wurde durch die Bedürfnisse der Kreaturen, welche die genannten Verrichtungen ausübten, durch welche ihre Existenz bedingt wird.

Denkt man an die große Übereinstimmung im Bau der warmblütigen Tiere, behält man dabei die großen Veränderungen im Auge, denen sie sowohl vor wie nach der Geburt unterworfen sind, erinnert man sich, wie viele dieser Veränderungen in einer kurzen Spanne Zeit vor sich gehen, daß vielleicht Millionen von Zeitabschnitten vor dem Anfang der menschlichen Geschichte liegen, so frage ich, ob es zu kühn ist, sich vorzustellen, daß alle Warmblüter aus einem einzigen Filament hervorgegangen sind, durch die große erste Ursache mit Animalität begabt, mit der Kraft neue Teile zu erwerben, versehen mit neuen Neigungen, geführt von Reizen, Trieben, Willen und Assoziationen, welches Filament also die Macht besaß, durch die ihm verliehene Tätigkeit sich zu vervollkommen, und diese Vervollkommnung durch Fortpflanzung auf seine Nachkommen zu übertragen. Eine Welt ohne Ende!

Wenn man aus diesen Gedanken vieles Nebensächliches fortläßt, so entdeckt man darin einen starken Glauben an eine Vererbung von Biometamorphosen. Dieser Glaube ist aber in hohem Grade mit teleologischen Auffassungen vermischt und dadurch mit einer fortwährenden Verwirrung von Ursache und Resultat.

Aber, sagt er, die Kaltblüter, z. B. die Fische, welche nur eine Herzhöhlung besitzen und Kiemen statt Lungen, Flossen statt Beine und Flügel haben, sind einander sehr ähnlich, aber in ihrem Bau in so hohem Grade von den Warmblütern unterschieden, daß es auf den ersten Blick nicht sehr wahrscheinlich scheint, daß das gleiche lebende Filament beiden Gruppen das Dasein gab. Dennoch gibt es einige Wesen, welche Eigenschaften beider Abteilungen besitzen z. B. Wale und Robben, in viel höherem Grade aber der Frosch, welcher sich aus einem mittels Kiemen atmenden Wassertiere, zu einem Lungen besitzenden Landtiere entwickelt.

Die große Gruppe der flügellosen Insekten, von Spinne zu Skorpion und von Floh zu Hummer, oder die der geflügelten von Motte zu Ameise und von Wespe zu Libelle, sind unter sich und von den oben beschriebenen warmblütigen Klassen sowohl in der Form wie in der Lebensweise so verschieden, daß man kaum annehmen kann, daß sie aus dem gleichen lebendigen Filament wie jene entstanden sind.

Und doch sind die Veränderungen, welche viele dieser Tiere während ihrer Metamorphose erfahren, in aufeinander folgenden Stadien

so verschieden, wie nur zwei Tierarten verschieden sein können. So z. B. bei der Mücke, welche ihre erste Lebensperiode im Wasser zubringt, dann ihre neuen Flügel ausbreitet, ihre neuen Lungen (sic!) aufbläst und sich in die Luft erhebt; so bei Raupe und Fliegenmade, welche von Blättern oder Pollen leben, dann aus ihrem selbstgemachten Grabe herausbrechen und schöne geflügelte Luftbewohner werden, von Blume zu Blume reisen und sich von Ambrosia ernähren.

Es gibt noch eine Tierklasse, welche LINNAEUS mit dem Namen: Würmer bezeichnet; diese Würmer haben keine Beine und kein Gehirn und sind hermaphrodit, z. B. die Regenwürmer, die Blutegel, die Schnecken, die Muscheln, die Korallenwürmer und Schwämme. (Hübsche Kombination!) Diese haben den einfachsten Bau aller Tiere und scheinen von den bereits beschriebenen ganz verschieden zu sein. Ihr einfacher Bau kann aber nicht gegen die Entstehung aus einem lebenden Filamente angeführt werden.

Zum Schluß müssen die Pflanzen als Tiere niedrigsten Grades betrachtet werden. Ich habe bereits nachgewiesen, daß Antheren und Narben sich von Honig ernähren und gleich den Insekten das Fortpflanzungsvermögen besitzen, und habe sie deshalb dem Tierreiche einverleibt. Diesen müssen nun noch die Knospen und Zwiebeln hinzugefügt werden, welche ebenfalls lebendig geborene Nachkommen der vegetabilischen Welt sind. Die ersten Nachkommen verdanken ihren Ursprung einem einzigen lebendigen Filamente; die letzten sind als laterale Sprosse zu betrachten.

Man sieht, wie wenig man 1794 noch von der Fortpflanzung der Pflanzen wußte. Aber auch erst 1823 sah AMICI den ersten Pollenschlauch und noch 1852 schreibt HERMANN SCHACHT:

„Die Anthere, welche den Pollen entwickelt, wird mit Unrecht das männliche Organ der Pflanze genannt; im Innern des Pollenschlauches selbst entsteht der Embryo, der Embryosack liefert nur die Stoffe zu seiner Ernährung, er entspricht etwa dem Uterus der Tiere. Eine wirkliche Analogie zwischen tierischer und pflanzlicher Befruchtung ist nicht vorhanden; beim Tiere entsteht das Ovulum im Innern des Eierstocks, es wird auf unbekannte Weise durch männlichen Samen befruchtet, und im Uterus ausgebildet, es verläßt den weiblichen Organismus erst zur Zeit seiner Reife, bei den eierlegenden Tieren versieht der Dotter die Stelle des Uterus. Das Ei der Pflanze, der Pollen, wird dagegen in der Anthere entwickelt, es verläßt dieselbe alsbald und gelangt als Pollenschlauch in den Embryosack der Samenknospe, um sich in letzterem, ohne Zutun eines zweiten Agens (eines wirklichen Samens) zum Keimling auszubilden. Die sogenannte Befruchtung phanerogamer Pflanzen ist demnach von der tierischen Befruchtung himmelweit verschieden. Den phanerogamen Pflanzen fehlt der wirklich männliche Same, das Sperma, das Pollenkorn ist das Ei der Pflanze, der Embryosack das Organ, in welchen es sich ausbildet. Ein Vergleich der Samenbildung phanerogamer Pflanzen mit der sogenannten Befruchtung der höheren Kryptogamen ist ebensowenig zulässig.“

In der Tat wurde die eigentliche Befruchtung der Phanerogamen erst in meiner Studentenzeit von STRASBURGER entdeckt.

Wir können also ERASMUS DARWIN seine eigentümlichen Anschauungen über Antheren und Narben nicht verdenken. LINNAEUS, so sagt er, nimmt in der Einleitung zu seinen natürlichen Orden an, daß

im Anfang nur einzelne Pflanzenformen geschaffen wurden und daß ihre Zahl sich durch Paarung (Bastardierung) vermehrte. Offenbar sind bei ihnen doch auch andere Veränderungen aufgetreten durch ihr Streben nach Luft und Licht oberhalb der Erde und nach Nahrung und Feuchtigkeit unterhalb derselben, wie ich es in meinem *Botanic Garden II* „Note on *Cuscuta*“ erklärt habe. Sonstige Veränderungen der Pflanzen unter dem Einfluß des Klimas oder anderer Ursachen habe ich dort im Kapitel *Curcuma* besprochen. Man wird dadurch verführt zu meinen, daß jede Pflanze ursprünglich aus einer einzigen Knolle oder Blume mit Wurzeln bestand, und daß im Streben nach Luft und Licht aus dem alten Blütenstiel neue Knospen hervorsproßten, welche ihre verlängerten Wurzeln wieder nach dem Boden richteten, und daß in dieser Weise im Verlauf der Jahrhunderte schlanke Bäume entstanden, so daß aus einer einzigen Knolle ein ganzer Schwarm von Pflanzenarten hervorging.

Andere Pflanzen, welche bei ihrem Streben nach Licht und Luft sich als zu schwach herausstellten um sich durch eigene Kraft hinaufzuarbeiten, lernten sich auf anderen Gewächsen zu stützen, sei es durch Wurzelbildung wie der Efeu, sei es durch Ranken wie der Weinstock, oder durch Windung, wie das Geißblatt (*Lonicera*); oder dadurch, daß sie auf anderen Pflanzen wuchsen, deren Rinde sie Nahrung entnahmen, wie die Mistel, oder indem sie sich nur anderen Pflanzen anhängen und ihre Nahrung der Luft entnahmen, wie die *Tillandsia*.

Sollen wir nun behaupten, daß das ursprüngliche lebende Filament der Pflanzen von dem der verschiedenen Tiergeschlechter abweicht, oder daß die Filamente dieser Klassen ursprünglich verschieden waren? Oder sollen wir, da Erde und Meer wahrscheinlich schon längst von Pflanzen bevölkert waren, bevor Tiere überhaupt existierten, und da gewisse Familien viel eher existierten als andere, sollen wir, frage ich, nun annehmen, daß eine und dieselbe lebende Filamentart der Ursprung des ganzen organischen Lebens gewesen ist und noch ist? ERASMUS DARWIN nimmt letzteres an und ich möchte Sie bitten in obigem Satze statt Filament Zelle zu lesen und mir zu sagen, ob die Schlußfolgerung des alten DARWIN so verwerflich war?

Offenbar ahnte er auch seine Verwirrung von Ursache und Resultat; bei der Besprechung der Schutzfarben erzählt er nämlich nicht mehr, daß diese durch das Schutzbedürfnis des Tieres zustande kamen, sondern sagt: Die Endursache (das Endziel) dieser Farben ist leicht einzusehen, sie dienen dem Tier zu irgend einem Zweck, aber die bewirkende Ursache scheint außer dem Bereich einer jeglichen Konjektur zu liegen.

Dennoch versucht er, wenigstens eine mögliche Ursache zu finden und das ist bereits ein großer Fortschritt. Er bemerkt dann, daß grasfressende Tiere grüne Augen haben, was nebenbei bemerkt, bei weitem nicht immer zutrifft, und vermutet, daß dies durch die fortwährende Einwirkung des grünen Grases verursacht wird. Wenn, sagt er, nun eine ähnliche Wirkung vom Schnee ausginge, so wäre es möglich, daß die Nerven der Schleimhaut des Auges diesen Reiz weiter trügen und so die Haare des Polbären weiß machten.

Falls dies sich als richtig herausstellte, so könnte man sich weiter denken, daß die mimetische Farbe der Eier vieler Vögel von der Mutter geerbt würde, da diese stets den Reiz der Bodenfarbe im Auge empfindet.

ERASMUS DARWIN glaubt fest an das sogenannte Versehen, d. h. an den Einfluß der Einbildung auf das zu produzierende Kind. Unsere holländischen Viehzüchter sind noch vielfach davon überzeugt, daß, wenn eine schwarzbunte Kuh kurz vor oder während der Paarung mit einem schwarzbunten Bullen eine rote Kuh sieht, das Kalb rot sein wird.

ERASMUS DARWIN widmet nun ein ganzes Kapitel dem Nachweis, daß nicht die Einbildung der Mutter, sondern die des Vaters Einfluß auf das Kind ausübt. Die vielen „Beweise“, welche er anführt, sind sämtlich von demselben Werte, wie folgender: Er kannte einen blonden Mann, welcher bei seiner blonden Frau vier blonde Kinder und ein dunkles erzeugt hatte. Nachdem die Frau von ihrem dritten Kinde entbunden war, faßte der Mann eine starke Neigung für die schwarzäugige Tochter von einem seiner Pächter auf, und da ihr Bild ihn verfolgte, wurde nun, nach ERASMUS DARWIN, sein viertes Kind dunkel!

Dieses Beispiel soll uns zugleich begreiflich machen, wie Gewohnheiten etc. vererbt werden können.

Fassen wir nun alles zusammen, so stellt es sich heraus, daß der große Fortschritt, welchen ERASMUS DARWIN machte, in seiner Theorie bestand, daß das Embryo nicht präformiert ist, sondern sich aus einer verhältnismäßig strukturlosen Masse durch die Einwirkung einer Serie von Reizen bildet.

Seine Theorie besteht weiter:

1. in der Annahme eines gemeinsamen Ahnen aller Lebewesen: das primitive Filament, welches durch verschiedene Reize sich zu verschiedenen Pflanzen- und Tierformen entwickelt;
2. aus der Annahme, daß diese Biometamorphosen erblich sind.

Seine Ansicht über die Ursachen der Veränderungen, welche das Filament erfahren hat, leidet besonders an einer starken Verwirrung von Ursache und Folge. Der resultierende Nutzen wird nur zu oft als Ursache betrachtet, aber doch zeigen seine Bemerkungen über die Entstehung der Schutzfarben die Neigung, die Ursache der Entstehung einer nützlichen Eigenschaft zu erforschen.

Am besten drückte dies im selben Jahre (1794)¹⁾ GOETHE aus, wo dieser sagt, daß es sich nicht darum handelt, zu erforschen, wozu die Rinder ihre Hörner verwenden, sondern wie sie sie erhalten haben. Trotzdem darf man, meiner Meinung nach, GOETHE keinen wichtigen Platz unter den Verkündern deszendenztheoretischer Gedanken einräumen, denn sein Urtypus, von welchem er die verschiedenen Pflanzenformen ableitete, war eine Abstraktion und seine Ideen darüber haben mit Phylogenese nichts zu schaffen. Was nicht wegnimmt, daß aus anderen Stellen seiner Schrifte zweifellos hervorgeht, daß er an Phylogenie glaubte, wenn er sich auch nicht aktiv damit befaßt hat.

Dieselben Gedanken, denen wir bei ERASMUS DARWIN begegnen, finden wir viel klarer bei LAMARCK zurück, der bereits 1801 einiges darüber publizierte, aber erst in seiner berühmten Philosophie Zoologique von 1809 seine Abstammungstheorie entwickelte.

1) Damals geschrieben, erst viel später publiziert.

Neunzehnte Vorlesung.

Die LAMARCKsche Theorie, p. 314. LAMARCKS Auffassung über die Stellung des Menschen, p. 328. WASMANNS Auffassung, p. 329.

Meine Damen und Herren! Wir haben uns bereits im Anfang unserer Zusammenkünfte mit den Hauptpunkten beschäftigt, auf welche LAMARCK seine Theorie stützt.

Ich habe damals gemeint, LAMARCKS Auffassungen in folgender Weise charakterisieren zu dürfen:

LAMARCK zeigte, daß Veränderungen in der Umgebung im Organismus Veränderungen hervorrufen können, welche Formveränderungen, falls der verursachende Faktor einige Zeit fortdauert, erblich werden.

Diesen Gedanken ausarbeitend, und noch nicht bekannt mit dem Einfluß des Kampfes ums Dasein als ausmerzendes Agens des Unzweckmäßigen, zumal wenn dies schädlich ist, stellte er, speziell für die Thiere, eine Hilfstheorie auf: er schrieb ihnen nämlich das Vermögen zu, direkt zweckmäßig auf Veränderungen verursachende Reize zu reagieren, wobei er dieses zweckmäßige Reagieren sogar nicht einmal auf nützliche Veränderungen von bereits vorhandenen Organen beschränkte, sondern sogar annahm, daß es zur Bildung ganz neuer Organe führen könne.

Dieses letztere „die Bildung ganz neuer Organe“ „to meet an emergency“, wie unsere englischen Nachbarn sagen würden, ist der einzige Teil von LAMARCKS Theorie, welchen man ridiculisieren könnte, und welcher, nach meiner Ansicht, viel zu viel ridiculisiert worden ist.

Beschäftigen wir uns etwas näher mit LAMARCKS theoretischen Betrachtungen.

LAMARCK fängt damit an, in seiner Vorrede den Weg zu skizzieren, auf welchem er zu seinen Resultaten gelangte. Wie BUFFON, sein Zeitgenosse, bemerkte er die Abnahme der Organisationshöhe, wenn er von der Betrachtung der höheren Thiere zu der der niederen überging. Er spricht aber nicht von „dégénération“, sondern von „dégradation“ und sieht sofort ein, daß wir nicht mit einer absteigenden, sondern mit einer aufsteigenden Reihe zu tun haben, daß die ersten Lebewesen recht einfach organisiert gewesen sein müssen, und daß die höheren aus den niedrigeren entstanden sind.

Er entdeckte weiter, daß die niedrigsten Lebewesen keine speziellen Organe und keine speziellen Funktionen besitzen, sondern nur die allen Organismen gemeinsamen Lebenserscheinungen aufweisen. Daraus schließt er, daß die verschiedenen speziellen Organe der höheren Lebewesen nacheinander entstanden sind, und daß die höheren Tiere neue, ihrer Art und der Anzahl der neuen Organe entsprechende, Eigenschaften erhielten.

Diese Folgerung brachte ihn an erster Stelle dazu, zu untersuchen, was das Leben nun eigentlich ist, unter welchen Bedingungen dieses Phänomen sich zeigt und fortbestehen kann. Zu dieser Untersuchung wählte er die niedrigsten Lebewesen, da er einsah, daß sie die essentiellen Lebensvorgänge ohne Komplikationen zeigten.

Danach mußte er die Frage lösen, wie, in welcher Weise, durch welche Veränderungen diese niedrigsten Wesen zur Organbildung schritten, und also eine höhere Entwicklungsstufe erreichen.

Nun meint er, daß er in den beiden folgenden Prinzipien die Lösung des Problems gefunden hat:

1. in der bekannten Tatsache, daß der Gebrauch eines Organs dieses stärkt, der Nichtgebrauch es schwächt, sogar zu seiner Verschwindung führen kann, wenn während vieler Generationen das betreffende Organ habituell nicht gebraucht wird.

Daraus schließt er, daß Veränderungen in der Umgebung, welche irgend eine Sippe zur Veränderung ihrer Gewohnheiten zwingen, das eine Organ stärken, das andere schwächen müssen.

2. Kommt er, über die sich in einer weichen lebenden Substanz bewegenden Flüssigkeiten nachdenkend, zum Resultat, daß in dem Maße, in welchem diese Bewegung zunimmt, sie das Zellgewebe¹⁾, worin die Flüssigkeiten sich bewegen, modifiziert, darin Gänge, Kanäle bildet, mit einem Worte verschiedene Organe, nach der Art des betreffenden Organismus.

Diese beiden Umstände gaben mir, sagt er, die feste Überzeugung, daß die Bewegung der Flüssigkeiten im Inneren der Tiere, eine Bewegung, welche mit der höheren Organisation zunahm, und der Einfluß der neuen äußeren Umstände, welche auf die Tiere bei ihrer Verbreitung über die Erde einwirkten, die zwei Hauptfaktoren seien, welche die Tiere zu ihrem gegenwärtigen Entwicklungsgrad geführt haben.

In seiner Philosophie Zoologique beschränkt LAMARCK sich aber keineswegs auf diese Betrachtungen. Er war der erste, der einsah, daß „Gefühl“ erst bei Anwesenheit eines verhältnismäßig hoch entwickelten Nervensystems bestehen kann, und er entdeckt den Unterschied zwischen Gefühl und Irritabilität; ersteres kann, wie gesagt, nur bei einem vorhandenen Nervensystem angetroffen werden, während letzteres eine allen Lebewesen gemeinsame Eigenschaft ist.

Ihm leuchtet dann ein — und darin liegt ein großer Fortschritt — daß nur Tiere mit Gefühl willkürliche Bewegungen ausführen können, während Tiere ohne Nervensystem nur durch äußere Reize leben.

Über diese zwei Punkte sagt er:

„En effet, rien ne me semble offrir plus d'importance que le sentiment dont il s'agit, considéré dans l'homme et dans les animaux qui possèdent un système nerveux capable de le produire, sentiment que les besoins physiques et moraux savent émouvoir et qui devient la source où les mouvements et les actions puisent leurs moyens d'exécution. Personne que je sache, n'y avait fait attention; en sorte que cette lacune relative à la connaissance de l'une des causes les plus puissantes des principaux phénomènes de l'organisation animale rendait insuffisant tout ce que l'on pouvait imaginer pour expliquer ces phénomènes.“

Und: „Aussi, je pense que les animaux très-imparfaits qui manquent de système nerveux ne vivent qu'à l'aide des excitations qu'ils reçoivent de l'extérieur — — —. Or cette pensée que j'ai tant de fois considérée, que tant de faits me paraissent confirmer, contre laquelle aucun de ceux qui me sont connus ne me semblent déposer, enfin, que la vie végétale me paraît attester d'une manière évidente, cette pensée dis-je, fut pour moi un trait singulier de lumière qui me fit apercevoir la cause principale qui entretient les mouvements et la vie des corps organisés et à laquelle les animaux doivent tout ce qui les anime.“

1) Dieser Ausdruck ist sehr eigentümlich, denn erst 1839 zeigte SCHWANN in seinen mikroskopischen Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen, Berlin 1839, die Existenz tierischer Zellen. Zu meinem Bedauern besitze ich keine erste Ausgabe der Philosophie Zoologique, so daß LAMARCK hier vielleicht „verdeutlicht“ wurde.

Man sieht, die These der Reizbarkeit wurde unabhängig von ERASMUS DARWIN und LAMARCK verkündet, denn letzterer kannte die Arbeit des ersteren nicht, bei LAMARCK aber in viel reinerer, scharf vom Gefühl getrennter Form, während E. DARWIN bei seinen Filamenten von Reizbarkeit, Gefühl und Willen als mehr oder weniger synonymen Begriffen redet. Seine Äußerung, daß das Filament in der Uterusflüssigkeit nicht wählen könne, weil es eben nichts zu wählen gebe, zeigt wohl, daß er, falls es etwas zu wählen gäbe, das Filament zu einer bewußten Wahl fähig hielte. Erst LAMARCK unterschied scharf zwischen Gefühl und Reizbarkeit.

Indem er diese Einsicht in Zusammenhang bringt mit seiner Kenntnis der Veränderungen, welche die zirkulierenden Flüssigkeiten, nach seiner Meinung, noch in der lebenden Substanz hervorbringen, und mit den durch die veränderte Umgebung verursachten Veränderungen, gelangt er zur Schlußfolgerung, daß die Natur in ihren Nachkommen alles dasjenige festhalte, was infolge des Lebens und der einwirkenden äußeren Umstände von jenen Wesen erworben wurde.

Diese Auffassung wird neuerdings wieder von SEMON vertreten: wir kommen darauf später zurück, möchten jetzt nur bemerken, daß SEMON die Wirkung eines Reizes, welcher auch nach seinem Aufhören eine dauernde Veränderung in der reizbaren Substanz des Organismus zurückläßt, eine engraphische Wirkung nennt, die Veränderung selbst als ein Engramm bezeichnet, und die Summe aller ererbten, oder während des eigenen Lebens erworbenen Engramme die Mneme des betreffenden Organismus nennt.

Nach LAMARCK nun kann die Natur nur durch äußere Reize die niedrigen Organismen am Leben erhalten, aber diese äußeren Reize werden nun sozusagen in den Organen der komplizierteren Lebewesen geborgen, so daß dieses Wesen nun gewissermaßen willkürlich von diesen geborgenen Reizen Gebrauch machen kann.

Ein Vergleich wird LAMARCKS Meinung vielleicht deutlicher machen. Ich kann die Zeiger einer Uhr mittels der Hand, also mittels etwas, das ganz außerhalb der Uhr liegt, bewegen, aber ich kann sie auch bewegen mittels der Spannkraft, welche in einer innerhalb einer Uhr befindlichen gespannten Feder angehäuft ist. Bei den niedrigsten Organismen nun entstammt das Arbeitsvermögen immer direkt der Außenwelt, nach und nach entwickeln dieselben aber einen der Feder der Uhr ähnlichen Apparat, welcher Arbeitsvermögen akkumulieren kann und nun werden sie mehr oder weniger unabhängig von der Außenwelt. Die Feder der Uhr ist dem Nervensystem der höheren Organismen vergleichbar.

Das ist, wie ich meine, die LAMARCKSche Auffassung. Seine eigenen Worte sind:

„Or, ayant remarqué que les mouvements des animaux ne sont jamais communiqués, mais qu'ils sont toujours excités, je reconnais que la nature, obligée d'abord d'emprunter des milieux environnants la puissance excitatrice des mouvements vitaux et des actions des animaux imparfaits, eut, en composant de plus en plus l'organisation animale, transporté cette puissance dans l'intérieur même des êtres et qu'à la fin elle parvint à mettre ce même puissance à la disposition de l'individu“.

Versuchen wir jetzt, mittels einiger Beispiele klar zu machen, wie sich LAMARCK den Einfluß dieser Faktoren auf die Abstammung der Organismen denkt. Bevor wir dazu übergehen, aber noch einiges über LAMARCKS Auffassung des Artbegriffes.

Er sagt: Wir müssen uns zunächst fragen, ob die Art etwas absolut Konstantes ist.

Was ist eine Art? Man nennt Art jede Ansammlung einander ähnlicher Individuen, welche durch ähnliche Individuen hervorgebracht werden.

Diese Definition ist richtig, denn jedes lebende Wesen gleicht in hohem Grade denen, welche es hervorgebracht haben, oder dem, welches es hervorgebracht hat. Aber was nicht richtig ist, ist die Voraussetzung, welche man damit verknüpft, daß die Individuen, welche zusammen eine Art bilden, nie in ihren Artmerkmalen variieren könnten und daß also eine Art etwas absolut Konstantes wäre.

Diese Voraussetzung und nur diese, sagt LAMARCK, will ich bestreiten.

Dieses fast allgemein angenommene Dogma, daß Arten konstant und ebenso alt wie die Natur selbst wären, wurde zu einer Zeit aufgestellt, wo man noch sehr unvollständig untersuchte, und die Naturwissenschaften kaum ihre Arbeit angefangen hatten.

Jeder, der viele Arten untersucht hat, weiß, daß es nicht wahr ist, daß es im Gegenteil höchst beschwerlich ist, die Grenzen der Arten zu bestimmen.

Nicht wissend, daß die Art im Verhältnis zu der Dauer der Umstände, in denen die sie zusammensetzenden Individuen sich befinden, nur relativ konstant ist, und nicht wissend, daß einige dieser Individuen variiert und Rassen gebildet haben, gelangen die Naturforscher zu einer arbiträren Ansicht, nach welcher sie die Individuen, welche sie in verschiedenen Ländern oder unter verschiedenen Bedingungen beobachten, bald als besondere Arten, bald als Varietäten betrachten.

Nur diejenigen, welche sich längere Zeit mit dem Bestimmen von Arten beschäftigt haben, und welche über reiche Sammlungen verfügen, wissen, in wie hohem Grade eine Art in die andere übergeht, und nur sie haben sich überzeugen können, daß in Gegenden, wo wir isolierte Arten sehen, dies nur scheinbar der Fall ist, weil wir die Arten der benachbarten Gegenden nicht kennen.

„Ich will damit nicht sagen,“ fährt er fort, „daß sämtliche existierende Tiere eine einfache allmählich nuancierte Reihe bilden, aber ich behaupte, daß sie eine verzweigte, ungleichmäßig abgestufte Serie bilden, welche entweder keine Diskontinuität zeigt, oder diese wenigstens nicht immer gezeigt hat. Wo Diskontinuität auftritt, ist dies eine Folge des Aussterbens gewisser Arten.

Dies ist keine Hypothese, sondern eine Tatsache, welche das Studium einer jeden großen Gruppe uns demonstriert. Nicht nur viele Genera, sondern ganze Arten, ja sogar gewisse Klassen zeigen uns dies:

Denn wenn man die Arten einer Gruppe so gewissenhaft wie nur möglich nach ihren natürlichen Beziehungen klassifiziert hat, und wenn man dann eine herausnimmt, darauf eine gewisse Zahl übergeht, und dann wieder eine herausnimmt, und diese beiden Arten miteinander vergleicht, so findet man große Verschiedenheiten.

Mit dem Studium solcher Arten fing unsere Naturkenntnis an, und damals war es leicht genug, Arten und Genera zu unterscheiden. Aber wenn wir jetzt, wo unsere Sammlungen so reich sind, die Serie, von welcher wir ausgingen, wieder betrachten und nun allmählich von der zuerst gewählten Art zu der zweiten aufsteigen, so sehen wir, daß wir, von Nuance zu Nuance fortschreitend, dahin gelangen, ohne Differenzen bemerkt zu haben, welche sich gut definieren lassen.

Ein hübsches Beispiel davon, welches ich aus ROMANES entlehne, liefert nachstehende Abbildung.

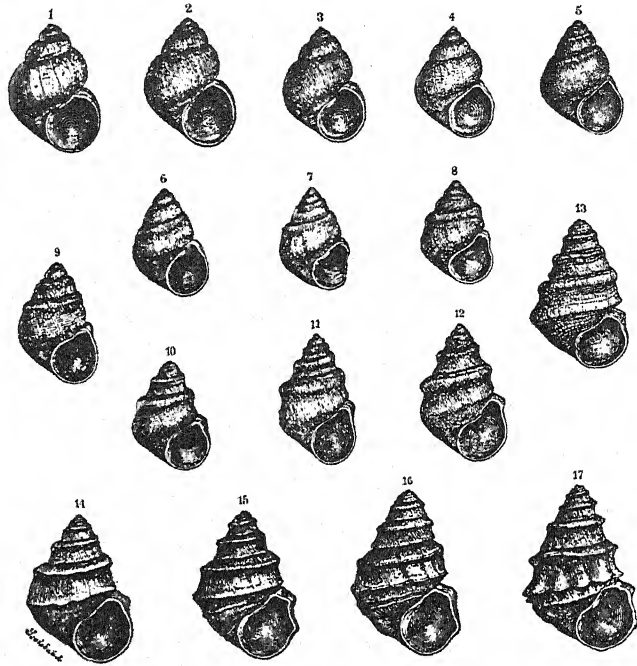


Fig. 121. Sukzessive Formen von Paludina, aus den tertiären Ablagerungen von Slavonien (nach NEUMAYR).

Es sind Schalen einer Paludina, aus den tertiären Ablagerungen von Slavonia. Bevor die Serie komplett vorlag, wurden sechs oder acht dieser Formen als Arten beschrieben, jetzt hält man sie für Varietäten einer Art.

Sehen wir, wie hübsch LAMARCKS Auffassung zugetroffen wäre, wenn er z. B. zunächst 4 und 16 ausgewählt hätte!

„Ich frage.“ sagt LAMARCK, „jeden erfahrenen Zoologen oder Botaniker, ob meine Ansicht stimmt oder nicht.“

„Oder, um nur letztere zu befragen, stimmt es nicht, daß es äußerst schwierig ist, die Artgrenzen innerhalb vieler Genera zu bestimmen, z. B. innerhalb der Genera Lichen, Fucus, Carex, Poa, Piper, Euphorbia, Erica, Hieracium, Solanum, Geranium, Mimosa etc.“

Er gelangt dann zu dem bereits früher erörterten Schlusse, daß dies durch das Erblichwerden von Biometamorphosen verursacht wird. Dieses Erblichwerden stellt er sich in folgender Weise vor:

„Nehmen wir an“, sagt er „daß die Samen eines Grases, oder irgend einer anderen willkürlichen Pflanze, deren natürlicher Standort eine feuchte Wiese ist, durch irgend eine Ursache auf einen benachbarten Hügelabhang gelangten, wo der Boden zwar hoch, aber doch feucht genug ist, um sie zur Keimung zu bringen und die Nachkommen am Leben zu erhalten. Nehmen wir weiter an, daß die betreffende Pflanze so nach vielen Generationen nach und nach auf wirklich trockenes Terrain gelangt und dort gedeiht. Falls sie es hier aushalten kann, wird sie im Verlauf vieler Generationen dermaßen sich verändern, daß die Botaniker sie als eine besondere Art beschreiben werden.“

„Dasselbe.“ sagt er, „trifft bei den Tieren zu; es wird dort aber länger dauern, bevor eine so große Veränderung stattgefunden hat, daß man von einer neuen Art reden wird.“

Er nimmt weiter an, daß die ersten Lebewesen durch Generatio aequivoca entstanden sind und noch täglich entstehen. Letzteres beruht auf der damals allgemein herrschenden Meinung, daß die in faulenden Substanzen vorhandenen Mikroorganismen aus denselben entstünden.

Er wendet sich dann gegen diejenigen, welche meinen, daß verschiedene Katastrophen während der Erdentwicklung ganze Reiche von Lebewesen vernichteten, und daß nach jeder allgemeinen Zerstörung die Gottheit neue Lebewesen geschaffen hätte. Diese Katastrophenlehre, über welche wir noch reden werden, war auf der Beobachtung basiert, daß verschiedene Tierarten wohl fossil bekannt sind, jetzt aber nirgends mehr vorkommen. Darüber sagt er:

„Ne serait-il pas possible au contraire, que les individus fossiles dont il s'agit appartenissent à des espèces encore existantes, mais qui ont changé depuis et ont donné lieu aux espèces actuellement vivantes que nous en trouvons voisines?“

Er nimmt also an, daß es eigentlich keine ausgestorbenen Tierarten gebe, sondern daß dies nur so scheine, weil die Arten sich dermaßen umgebildet hätten, daß wir den genetischen Zusammenhang nicht mehr erkennen könnten.

Seine Betrachtungen darüber schließt er mit folgendem Satz:

„Si l'on considère d'une part que, dans tout ce que la nature opère, elle ne fait rien brusquement et que partout elle agit avec lenteur et par degrés successifs, et de l'autre part, que les causes particulières ou locales des désordres, des bouleversements, des déplacements etc., peuvent rendre raison de tout ce que l'on observe à la surface de notre globe, et sont néanmoins assujetties à ses lois et à sa marche générale, on reconnaîtra qu'il n'est nullement nécessaire de supposer qu'une catastrophe universelle est venu tout culbuter et détruire une grande partie des opérations mêmes de la nature.“

LAMARCK weist darauf auf einige allgemeine Eigenschaften der Tiere hin, z. B. auf das sehr häufige Vermögen, sich von der Stelle fortzubewegen. Diese Eigenschaft war nötig nicht nur damit die Tiere sich Nahrung suchen könnten, sondern auch für die Fortpflanzung, da die meisten Tiere keine Hermaphroditen sind und also das Männchen das Weibchen aufsuchen muß.

„Ainsi,“ sagt er, „la faculté que les animaux possèdent de mouvoir des parties de leurs corps et d'exécuter la locomotion, intéressant leur propre conservation et celle de leur races, les besoins surent la leur procurer.“

Er bemerkt dann, wie die niedrigsten Wesen nur durch Reize der Außenwelt in Bewegung gesetzt werden und wie sie weder bewußtes Gefühl, noch einen Willen haben, wieder andere ein vages Bewußtsein ihrer Existenz, und wie auch ihr Wille noch immer durch äußere Ursachen erregt wird, wie sie z. B. unvermeidlich von Licht und Nahrung angezogen werden.

Andere aber erhalten bestimmte Sensationen und haben ein bestimmtes Bewußtsein ihrer Existenz, können sich Ideen bilden, sind aber dennoch in hohem Grade von äußeren Einflüssen auf ihr Wollen abhängig. Die höchsten Wesen dagegen besitzen, außer diesen Eigenschaften, das Vermögen zum Vergleichen und zur Kombination, und ihr Wille ist viel freier, wie die der vorigen, ihre Taten mehr unabhängig.

Diese Tatsachen, sagt er, werden begreiflich, nun wir wissen, daß jedes neu erhaltene Vermögen das Resultat eines bestimmten Organes oder Organsystemes ist, und daß von den niederen nach den höheren Organismen die Zahl der Organe zunimmt oder m. a. W. die Organisation komplizierter wird. So wissen wir, daß alle Organe, sogar die wichtigsten, eins nach dem andren auf der tierischen Leiter entstanden sind, daß sie sich später nach und nach vervollkommen haben durch die Veränderungen, denen sie unterworfen waren und welche sie an den Organstaat anpaßten, von welchem sie einen Teil bilden.

„Pour parvenir,“ sagt er, „à donner à un corps vivant la faculté de se mouvoir sans l'impulsion d'une force communiquée, d'apercevoir les objets hors de lui, de s'en former des idées, en comparant les impressions qu'il en a reçues avec celles qu'il a pu recevoir des autres objets, de comparer ou de combiner ces idées, et de produire des jugements qui sont pour lui des idées d'une autre ordre, en un mot, de penser; non seulement c'est la plus grande des merveilles aux quelles la puissance de la nature ait pu atteindre, mais en outre, c'est la preuve de l'emploi d'un temps considérable, la nature n'ayant rien opéré que graduellement.“

Er redet dann von dem Gleichgewicht der Natur, weshalb bei der großen Fortpflanzungskraft der niedrigen Organismen diese schließlich nicht die ganze Welt bevölkern.

Die Erklärung findet er darin, daß sie bei Millionen durch äußere Umstände, wie Frost, Dürre etc. zugrunde gehen, und in der Tatsache, daß sie von den höheren Organismen gefressen werden. Die höheren Tiere hingegen pflanzen sich nur in geringem Maße fort und auch dort frißt die eine Sippe die andere und bewahrt so das Gleichgewicht. Nur der Mensch würde das ganze Gleichgewicht zerstören können: Mais la nature lui a donné des passions nombreuses, qui, malheureusement, se développant avec son intelligence, mettent par là un grand obstacle à l'extrême multiplication des individus de son espèce. Die Hauptpassion dieser Art ist nach LAMARCK die Lust zum Kriege. In dieser Weise wird also gleichfalls das Gleichgewicht gewahrt.

Er analysiert nun die Prinzipien, nach denen man zu seiner Zeit die Tiere einteilte und unterscheidet scharf zwischen natürlichen und künstlichen Systemen.

Ein natürliches System muß sein: l'ordre que la nature a suivi dans la production des animaux et qu'elle a éminemment caractérisé par les rapports qu'elle a mis entre les uns et les autres.

Ein künstliches System ist nur ein Hilfsmittel, eine Art Katalog, welchen man einrichten kann wie man will.

Ein natürliches System wird mit der Aufstellung von großen Tiergruppen (den früheren Massen) mit irgend einem gemeinsamen Merkmal anfangen, sodann diese Klassen weiter einteilen und zum Schluß die Arten und Rassen bestimmen.

Die Serie, welche wir nun auf der Organismenleiter beobachten, beruht auf der Einteilung in Hauptmassen, nicht auf der in Arten und Genera. Diese Hauptmassen, die Klassen und großen Familien umfassen nämlich Wesen, deren Organisation von einem bestimmten System essentieller Organe abhängt; von einem bestimmten Bauplan, würde man sagen können.

In diesen Systemen können wir von oben nach unten innerhalb jeder Klasse eine regelmäßige Abnahme der Organisationshöhe be-

obachten. Aber für jedes Organ an und für sich ist dieser Verlauf keineswegs so regelmäßig, und zwar um so weniger, je weniger wichtig es ist und je leichter es von äußeren Umständen modifiziert wird.

Tatsächlich sind die weniger wichtigen Organe keineswegs in gleichem Maße perfektioniert. Wenn man also die verschiedenen Arten einer Klasse miteinander vergleicht, wird man sehen, daß ein bestimmtes Organ bei einer bestimmten Art sein Maximum von Entwicklung erreicht hat, während ein anderes Organ bei derselben Art viel weniger entwickelt ist, und sein Perfektionsmaximum bei einer anderen Art erreicht. Diese unregelmäßigen Variationen in der „Güte“ der nicht absolut notwendigen Organe rühren daher, weil diese Organe mehr als die absolut notwendigen den Einflüssen äußerer Umstände unterworfen sind; sie verursachen entsprechende Veränderungen in der äußeren Form und verursachen eine solche Verschiedenheit und Unregelmäßigkeit bei den Arten, daß man diese nicht wie die großen „Massen“ in einer einfachen lineären Reihe anordnen kann, sondern daß die Arten um die Massen herum, von denen sie ein Teil sind, laterale Verzweigungen bilden, deren Enden wirklich isolierte Punkte sind.

Um ein inneres Organsystem zu modifizieren, ist ein Zusammenarbeiten viel stärkerer und dauernder Faktoren nötig, als um einige äußere Organe zu modifizieren.

Dennoch schreitet die Natur, wenn die Umstände dies erfordern, von einem System zum anderen, ohne Sprung, falls diese Systeme benachbart sind; gerade dadurch ist allmählich vom Einfachen zum Komplizierten fortgeschritten.

Sobald wir einen Zusammenhang erkannt haben, können wir die Lebewesen nicht mehr anordnen wie wir wollen. Bei den Pflanzen wissen wir noch wenig von einem solchen Zusammenhang, aber bei den Tieren wissen wir bereits sicher, daß die Säugetiere ans Ende des Systems, die Infusionstierchen an den Anfang desselben gestellt werden müssen.

Bei den Pflanzen war der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Lebewesen so unklar, daß es lange währte, bevor man größere Gruppen zu Familien, Klassen etc. vereinigte. Man begnügte sich mit künstlichen Systemen, und jeder Autor verwendete nach seinem Belieben ein anderes.

Erst nachdem man die Wichtigkeit der Fruktifikationsorgane eingesehen hatte, erhielt man ein natürlicheres System.

Bei den Tieren war der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Wesen viel leichter zu beobachten, so daß bereits Aristoteles ziemlich natürliche Gruppen unterscheidet.

Er teilte das Tierreich ein in:

- A. Tiere mit Blut, wozu er vivipare und ovipare Vierfüßler, Fische und Vögel bringt
- und B. Tiere ohne Blut, wozu er Mollusken, Crustaceen, Schalentiere und Insekten rechnet.

Dabei bemerkt er, daß die Reihenfolge innerhalb jeder Gruppe eine absteigende und nicht eine aufsteigende ist, eine Auffassung, welcher wir noch bei BUFFON begegneten. Erst LAMARCK sah ein, daß man von den niedrigeren zu den höheren Tieren aufsteigen muß. Obenstehende Einteilung war, mit kleinen Modifikationen, noch zu LAMARCKS Zeiten die übliche, nur hatte man Aristoteles erste Gruppe als Tiere mit rotem, seine zweite als solche mit weißem Blute be-

zeichnet; aber auch dieses war nicht richtig, da viele Würmer unter den Anneliden rotes Blut besitzen. Darum nahm LAMARCK bereits 1794 zwei andere Gruppen, die Vertebrata und die Evertebrata an, eine Einteilung, welcher man noch jetzt folgt.

LINNAEUS hatte schon eine andere und bessere Einteilung als Aristoteles. Er unterschied:

Klassen:	Erster Schritt:
1. Säugetiere	} Herz mit zwei Ventrikeln. } Blut rot und warm.
2. Vögel	
	Zweiter Schritt:
3. Amphibien (Reptilien)	} Herz mit einem Ventrikel. } Blut rot und kalt.
4. Fische	
	Dritter Schritt:
5. Insekten	} Ein kalter Saft statt Blut.
6. Würmer	

Die vier ersten Gruppen, die der Vertebrata, sind gut und noch gültig; die zwei letzten, die der Evertebrata, sind schlecht, denn unter ihnen wurde ganz etwas anderes verstanden, als wir jetzt mit diesem Namen andeuten.

Hier brachte LAMARCK große Verbesserung, indem er die Evertebrata einteilte in: Mollusken, Cirrhipeden, Anneliden, Crustaceen, Arachniden, Insekten, Würmer, Radiata, Polypen und Infusorien. Die wichtigste Änderung, welche später angebracht wurde, ist wohl diese, daß man eingesehen hat, daß die Cirrhipeden zu den Crustaceen gehören.

Die wichtigste Frage, welche wir uns nun vorlegen können, sagt LAMARCK, ist: muß man diese Klassen nun ordnen, indem man vom Komplizierten zum Einfachen herab- oder indem man vom Einfachen zum Komplizierten hinaufsteigt?

Da müssen wir zunächst fragen, ob es eine regelmäßig absteigende Reihe gibt. Diese Frage beantwortet LAMARCK ohne jede Zurückhaltung mit ja, nur kann diese Regelmäßigkeit durch äußere Umstände gestört werden.

Betrachten wir z. B. die Wassertiere, so sehen wir, daß die Umstände, unter welchen diese leben, sehr verschieden sind: wir treffen Süß- und Salzwasser, stagnierende und fließende, warme und kalte, tiefe und seichte Gewässer an, große und kleine Wasserflächen. Bei gleicher Organisationsvollkommenheit würden also doch die Sippen der Tiere den Einfluß dieser Verschiedenheiten empfunden haben und entsprechend modifiziert worden sein. Diejenigen dieser Wassertiere, welche ein Landleben angenommen haben, werden in noch höherem Grade modifiziert sein, so daß die regelmäßige Abstufung, welche sie in ihrer Organisation zeigen sollten, in solchem Maße modifiziert worden ist, daß sie öfters fast unkenntlich wird.

Von den Veränderungen durch äußere Bedingungen abgesehen, existiert aber ein regelmäßiger Übergang zwischen Familien, Generis und Arten; bei letzteren so evident, daß es schwer hält, die Grenzen zwischen den einzelnen Arten zu bestimmen.

Er geht dann das ganze Tierreich, Klasse nach Klasse durch, von den höchsten zu den niedrigsten hinabsteigend, und kommt zum Schlusse, daß die Abnahme in Organisation und in Vollkommenheit eines jeden Organs, bis zu seinem völligen Verschwinden eine unwiderlegliche Tatsache sei. Diese Abnahme zeige sich sogar in der Art und der Konsistenz der essentiellen Flüssigkeiten und des Fleisches der Tiere, denn

Blut und Fleisch der Säugetiere und Vögel seien die kompliziertesten Substanzen, welche man kenne.

Von den Fischen an abwärts degradieren die Substanzen in zunehmendem Maße, sodaß bei Polypen und zumal bei Infusorien die essentielle Flüssigkeit nur die Konsistenz und die Farbe von Wasser hat, während das Fleisch dieser Tiere nur aus einer gelatinösen, kaum tierischen Substanz besteht.

Wir wollen nun, fährt er fort, nachweisen, daß die Umstände, welche an ihren Wohnorten herrschen, einen großen Einfluß auf die Tätigkeit der Tiere haben, und daß infolge dieses Einflusses der Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Organes die Organisation und die Form der Tiere modifizierte und die Abweichungen verursachte, welche man in der progressiven Komplikation der tierischen Organismen beobachtet: Diese behandelt er in seinem Kapitel:

Über den Einfluß der Umgebung auf die Handlungen und Gewohnheiten der Tiere als Ursache der Modifikation ihrer Organisation.

Wenn wir den Einfluß der Umgebung verfolgen, sagt LAMARCK, werden wir sehen, daß die Konstitution der Tiere das Ergebnis ist der zunehmenden Komplikation ihrer Organisation (welche eine regelmäßige Nuancierung des ganzen Tierreiches verursachen würde) und des Einflusses der sehr verschiedenen äußeren Umstände, welche die Regelmäßigkeit dieser aufsteigenden Reihe zerstören.

In erster Linie ist es nun nötig, sagt er, daß ich definiere, was ich meine, wenn ich sage: Die äußeren Umstände haben einen Einfluß auf die Form und die Organisation der Tiere oder mit anderen Worten, wenn ich behaupte, daß, wenn die äußeren Umstände sehr verschieden werden von dem, was sie ursprünglich waren, sie mit der Zeit die Form und die Organisation der Tiere modifizieren.

Ich wünsche nicht, daß man dies buchstäblich nähme, denn die äußeren Umstände haben keinen direkten Einfluß auf die Form und die Organisation der Tiere; große Veränderungen in der Umgebung aber bringen für die Tiere große Änderungen in ihren Bedürfnissen mit sich, und diese Modifikation der Bedürfnisse führt notwendigerweise Veränderungen in ihren Taten herbei.

So daß, wenn die neuen Bedürfnisse konstant werden oder sogar nur lange andauern, die Tiere neue Gewohnheiten annehmen, welche ebenso dauerhaft sind wie die Bedürfnisse, welche sie verursachten.

Hier also redet LAMARCK nicht von Biometamorphosen, sondern von direkter Anpassung¹⁾, einem unmöglichen Begriff.

Wie kann ein Bedürfnis Ursache einer Gewohnheit sein? In unserer Gesellschaft scheint das einfach genug: die Menschen brauchen Geld, und dieses Bedürfnis ist die Ursache — für viele leider die einzige — daß sie arbeiten.

Aber hier ist das Vermögen zu arbeiten vorhanden, und das Bedürfnis also nur ein Reiz, welche diese latente Möglichkeit in eine aktive umsetzt, während LAMARCK nicht das Aktivwerden einer latenten Eigenschaft durch einen äußeren Reiz nachweisen will, sondern die Entstehung neuer Eigenschaften.

Zweifellos ist der Geldbesitz in unserer Gesellschaft ein Bedürfnis und zweifellos kann er durch Arbeit erworben werden, aber ein noch

1) Wie auf p. 72 definiert.

viel stärkeres Bedürfnis hat einer der ins Wasser stürzt: nämlich das Bedürfnis zu schwimmen. Wenn er nicht schwimmen kann, so wird das Bedürfnis ihm nicht zu dieser Kunst verhelfen, er ertrinkt einfach. Und doch paßt das hier gegebene Beispiel am besten auf LAMARCKS Meinung, denn er sagt:

Wir werden nachher sehen, daß, wenn neue Bedürfnisse die Anwesenheit dieses oder jenes Teils notwendig gemacht haben, sie diesen wirklich durch eine Serie von Anstrengungen haben entstehen lassen [font naître], und daß später dieser Teil durch den Gebrauch erstarkt, entwickelt ist und größer wurde, während, wenn neue, aus neuen Bedingungen geborene Bedürfnisse einen Teil nutzlos gemacht haben, dieser schließlich gänzlich verschwinden kann.

Letzteres können wir uns ganz gut vorstellen: daß ein Vogel durch Nichtgebrauch seiner Flügel das Flugvermögen verliert, ist sehr begreiflich, aber Sie können, so oft sie wollen, eine Eidechse in die Luft werfen, um ihr so das Bedürfnis zu fliegen zu verleihen, Flügel werden Sie ihr dadurch nicht verschaffen.

Bedürfnis kann nie Ursache von Entstehung sein. Ich verspüre sehr entschieden das Bedürfnis nach womöglich besseren Kapazitäten als die DARWINS, aber werde mich trotzdem wohl mein ganzes Leben lang mit einem Intellekt zufrieden geben müssen, welches er kaum als ein solches betrachten würde.

Ich wies aber schon früher darauf hin, daß es mit LAMARCKS Ansicht nicht so schlimm steht wie es scheint: bei den Pflanzen denkt er nicht mehr an direkte Anpassung, sondern nur an Biaiometamorphose.

Hören Sie nur, was er sagt:

„Dans les végétaux, où il n'y a point d'actions, et par conséquent point d'habitudes proprement dites, de grands changements de circonstances n'en amènent pas moins de grandes différences dans les développements de leurs parties; en sorte que ces différences font naître et développer certaines d'entre elles, tandisqu'elles atténuent et font disparaître plusieurs autres. Mais ici tout s'opère par les changements survenus dans la nutrition du végétal, dans ses absorptions et ses transpirations, dans la quantité de calorique, de lumière, d'air et d'humidité qu'il reçoit alors habituellement; enfin, dans la supériorité que certains des divers mouvements vitaux peuvent prendre sur les autres.

Entre les individus de même espèce, dont les uns sont continuellement bien nourris, et dans des circonstances favorables à tous leurs développements, tandisque les autres se trouvent dans des circonstances opposées, il se produit une différence dans l'état de ces individus, qui peu à peu devient très remarquable.

Hier also keine Dazwischenkunft von Bedürfnissen, sondern ein direkter Einfluß der Umgebung auf die Form der Pflanze, echte Biaiometamorphosen also.

Aber während LAMARCK oben aufs bestimmteste behauptet, daß er dies bei den Tieren nicht annimmt, daß er dort Veränderung nur mittels der durch die veränderten Umstände entstandenen Bedürfnisse für möglich hält, schließt er den soeben zitierten Satz ab mit:

Que d'exemples ne pourrais je pas citer à l'égard des animaux et des végétaux qui confirmeraient le fondement de cette considération. Da scheint er also auch an die Möglichkeit des Vorkommens von Biaiometamorphosen bei Tieren zu glauben.

LAMARCK nimmt weiter an, daß diese veränderte Form oder diese veränderten Gewohnheiten erblich werden, er ist also ein Anhänger der Lehre der Vererbung erworbener Eigenschaften.

Beweisen tut er dies aber nicht; er behauptet es nur, z. B.:

„Or, tout changement acquis dans un organe par une habitude d'emploi suffisante pour l'avoir opéré, se conserve ensuite par la génération, s'il est commun aux individus qui, dans la fécondation, concourent ensemble à la reproduction de leur espèce. Enfin, ce changement se propage et passe ainsi dans tous les individus qui se succèdent et qui sont soumis aux mêmes circonstances, sans qu'ils aient été obligés de l'acquérir par la voie qui l'a réellement créé.“

Da fragt sich zunächst, wie er weiß, daß diese Nachkommen nicht selber, nicht direkt die Eigenschaft erhalten haben, da sie doch den gleichen Umständen ausgesetzt sind, welche diese Eigenschaft bei ihren Ahnen erzeugten.

Will man nachweisen, daß eine erworbene Eigenschaft erblich geworden ist, so muß sie auch vererbt werden, wenn die Tiere oder Pflanzen, welche sie erwarben, in andere Umstände gebracht werden, es sei denn, daß die betreffenden Organismen in so hohem Grade plastisch sind, daß diese neuen Umstände direkt wieder die Eigenschaft modifizieren.

Es ist wohl merkwürdig, daß LAMARCK keine einzige Tatsache erwähnt, aus welcher die Vererbung einer erworbenen Eigenschaft klar hervorgeht, viel weniger Versuche anstellt, er betrachtet sie offenbar als etwas Selbstverständliches, wozu er aber gewiß kein Recht hat.

Daß LAMARCK keine Ahnung von der Existenz spontaner Variationen, von Sprungvariationen hatte, geht daraus hervor, daß er unsere sämtlichen Kulturrassen von Pflanzen und Tieren als Biaimetamorphosen und direkte Anpassungen betrachtet, so sind unsere Weizen-, Kohl-, Salatarten, unsere Tauben, und Hunderassen nach ihm alle das Resultat veränderter Umstände.

Als ein gutes Beispiel von Biaimetamorphose kann folgender von ihm entlehnter Fall dienen.

Er erzählt, daß *Ranunculus aquatilis* unter Wasser sehr fein zerteilte Blätter bildet, daß aber die Blätter, welche die Oberfläche des Wassers erreichen, breit, abgerundet und nur wenig gelappt sind, daß die Pflanze, auf feuchten Boden gelangt, die im Wasser langen Stengel zu kurzen umbildet, gar keine haarähnlich zerschlitzten Blätter aufweist und so sehr von der Wasserform abweicht, daß sie als eine besondere Art, als *Ranunculus hederaceus* beschrieben werden muß.

Zweifelloos, sagt er, geschieht Ähnliches bei den Tieren, aber dort geht es langsamer, und er weist darauf hin, daß man bei dem Durchlaufen eines Landes allerlei verschiedene Umstände, wie Bodenbeschaffenheit, Klima etc. antreffe. Da haben wir, sagt er, bereits eine Ursache für Variationen bei den Tieren und Pflanzen, welche die verschiedenen Gegenden bewohnen; aber, so fährt er fort, was man nicht genügend einsieht, und was man sich sogar meistens weigert zu glauben, ist, daß jede x-beliebige Stelle ohne Ausnahme mit der Zeit verändert, sowohl in bezug auf Bodenbeschaffenheit als auf Klima, da dies so langsam geht, daß wir meinen, daß die Umstände stabil sind.

Und durch die Veränderungen der Wohnorte verändern die Lebensbedingungen der Tiere und dadurch werden diese modifiziert.

intention
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
ld neither
proceedings
dia, who
ch the raja
own power
e fort, and
ould assist
for which
him five
pops; and
to prevent
m Satara
alarming
d state of
ow Put
Rao, the
doogaom,
ee, and,
is services
vering the
mitted to

his promise
ret agent of
edojee Rao
present at

Man fühlt schon sagt er, daß es, da es plötzliche Veränderungen gibt, auch allmähliche geben muß, Nuancen, welche die Extreme verbinden.

Das ist richtig, und noch bis zum heutigen Tage können gewisse Tatsachen nur durch Biaiotamorphosen, welche durch derartige Nuancen verursacht wurden, erklärt werden.

Alle, welche viel botanisirt haben, wissen, daß bestimmte nahe verwandte Arten bestimmte Verbreitungsbezirke haben können, innerhalb welcher sie einander ausschließen, daß also im Gebiete, wo die Art A vorkommt, die Art B fehlt und umgekehrt.

Jede dieser Arten hat dann ein sogenanntes Verbreitungszentrum. Gleichwie die Wellen, welche um zwei in Brotteig gesteckte Fäuste kreisförmig entstehen, sich abflachen, wenn sie einander erreichen, so daß die Grenzen undeutlich werden, so geht öfters die eine Art auf der Grenze der Verbreitungsbezirke fast unmerklich in die andere über.

Während in den Zentren ihrer respektiven Fundorte Art A und Art B leicht zu unterscheiden sind, weiß man an den Grenzen zwischen diesen Fundorten öfters nicht, ob ein Individuum der Art A oder der Art B angehört. Kreuzung ist dabei ausgeschlossen, und ich gebe gerne zu, dafür keine bessere Erklärung als direkter Einfluß der Umgebung, als Biaiotamorphose finden zu können.

Wir brauchen wohl keine weiteren Beispiele zu erwähnen, um nachzuweisen, daß LAMARCK ein Anhänger der Biaiotamorphosenlehre war.

Beschäftigen wir uns jetzt einmal mit seinen Ansichten über den Einfluß des Gebrauchs und des Nichtgebrauchs der Organe bei den Tieren und mit seinen Betrachtungen über die Entstehung von Organen infolge von Bedürfnis.

Auf p. 237 treffen wir wohl seine wichtigste Äußerung darüber an:

„Ce ne sont pas les organes c'est-à-dire la nature et la forme des parties d'un corps d'un animal qui ont donné lieu à ses habitudes et à ses facultés particulières, mais ce sont au contraire ses habitudes, sa manière de vivre et les circonstances dans lesquelles se sont rencontrés les individus dont il provient, qui ont, avec le temps, constitué la forme de son corps, le nombre et l'état de ses organes, enfin les facultés dont il jouit.“

Wie kann das Tier „Gewohnheiten“ haben, bevor es Organe besaß, wie z. B. die Gewohnheit zu gehen, ehe es Beine hatte? Was die Ursache der Beinbildung war, wissen wir nicht, ebensowenig wie wir wissen, durch welche Ursache die vorderen Gliedmaßen der Reptilien bei den Vögeln zu Flügeln umgebildet wurden. Daß dies nicht durch ein „Bedürfnis“ zu gehen, oder durch ein „Bedürfnis“ zu fliegen geschah, ist jedoch wohl sicher.

LAMARCK versucht nun Beweise für seine in Rede stehende Lehre beizubringen und fängt dazu mit dem Nachweis an, daß Nichtgebrauch eines Organes dieses schwächt, ja schließlich es gänzlich verschwinden läßt.

Dafür gibt er folgende Beispiele: Die Vertebrata haben im allgemeinen Zähne in den Kiefern. Tiere, welche die Gewohnheit annahmen, ihre Nahrung auf einmal zu verschlucken und also das Kauen unterließen, verloren ihre Zähne oder diese brachen nicht mehr durch, sondern blieben in den Kieferknochen, wie z. B. beim Wal oder beim Ameisenfresser. Tiere, welche ihre Augen nicht benutzten, verursachten

dadurch die Verkleinerung oder das völlige Verschwinden derselben, wie der Maulwurf und der Proteus.

Bei den acephalen Mollusken wurden Augen und Kopf durch die große Entwicklung des Mantels überflüssig und verschwanden also.

Man bemerkt sofort, daß dies keineswegs Beweise sind, sondern willkürliche Interpretationen beobachteter Tatsachen. Es ist völlig richtig, daß Wale keine entwickelten Zähne haben, aber daß sie diese verloren hätten, weil sie ihre Nahrung nicht länger kauen, ist eine bloße und sehr gewagte Voraussetzung, weiter nichts. Daß die Muscheln und Austern keinen Kopf haben, ist gleichfalls richtig, aber daß sie diesen verloren hätten, weil sie von dem Mantel verhüllt werden, ist ebenfalls eine bloße, und gewiß nicht weniger gewagte Supposition.

In dieser Weise — aprioristisch argumentierend — könnte man gradesogut meinen, daß die durch die Mantelumhüllung herbeigeführte Isolierung den Tieren, indem sie sie jeder Ablenkung entzog, die schönste Gelegenheit zu philosophischen Betrachtungen eröffnete, so daß sie folglich gerade ihren Kopf hätten ausbilden sollen!

Und so geht es mit allen Betrachtungen LAMARCKS über diesen Gegenstand, alles Voraussetzungen ohne den Schein eines Beweises.

Auf besserem Boden steht er, wo er den direkten Einfluß einer Gewohnheit auf das Individuum bespricht. Leider gibt er nur ein Beispiel, nämlich, daß Alkoholiker im Vergleich mit mäßigen Personen einen stark verkürzten Darmkanal besitzen. Sogar hier aber fehlt der Beweis, daß dies die Folge des Alkohols ist; das Umgekehrte wäre ebenfalls möglich, nämlich, daß Personen mit einem besonders kurzen Darmkanal eine besondere Vorliebe für Alkohol zeigen. Aber sogar, wenn es richtig ist, haben wir mit einem direkten Einfluß des Alkohols zu tun, mit einer Biaiotemamorphose also.

Wenn er dann fortfährt, und behauptet, daß Gelehrte durch ihre sitzende Lebensweise je länger je weniger essen, und dadurch ihren Magen verengern und ihren Darmkanal verkürzen, und sagt: „Voilà donc, un organe fortement modifié dans ses dimensions et ses facultés par l'unique cause d'un changement dans les habitudes pendant la vie de l'individu,“ kann man dieses nur gänzlich ungenügender Beobachtung zuschreiben.

Jeder wissenschaftliche Kongreß ist ein Beweis, daß das Entgegengesetzte wahr ist: die Sorge, welche die Empfangskommissionen für Dinners und Soupers tragen, zeigt zur Genüge, daß die Gelehrsamkeit den Magen noch nicht an der Aufnahme einer gehörigen — um nicht zu sagen ungehörigen — Nahrungsmenge gehindert hat.

LAMARCK geht dann dazu über, zu zeigen, daß vermehrter Gebrauch ein Organ stärkt. Dabei sagt er: „Ein Vogel, der, um seinen Hunger zu stillen, seine Beute auf dem Wasser sucht, spreitet die Zehen aus, wenn er das Wasser berührt. Dadurch wird die Haut, welche die Zehen an der Basis verbindet, ausgestreckt und so entstehen schließlich die Schwimmhäute von Enten, Gänsen etc.“

Der Vogel, der seine Nahrung im Schlamm sucht, verlängert seine Beine, indem er sie bei dem unablässigen Aufziehen der in den Schlamm versinkenden Füße fortwährend streckt. So entstanden die langen Beine der Stelzvögel. So haben nach ihm die Kolibris durch ihre Anstrengungen den tief in den Blumenröhren verborgenen Honig zu erreichen, ihre Zunge verlängert, und so die Giraffe ihren Hals bei ihren Ver-

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja,
ld neither
proceedings
dia, who
h the raja
wn power,
e fort, and
uld assist
for which
him five

pops; and
to prevent
om Satara
alarming
d state of

now Put-
Rao, the
doogaom,
ee, and,
his services
vering the
mitted to

his promise
ret agent of
edoojee Rao
e present at

suchen, immer höher hinauf die Zweige der Bäume zu entblättern. Wie man sieht, überall nur Suppositionen und kein Schein von Beweis!

Außerdem angenommen, daß dies alles richtig wäre, und, wie Turner recht gut wissen, in gewissen Fällen ist es richtig, daß ein Organ durch Gebrauch gestärkt, durch Nichtgebrauch geschwächt wird, so hätten wir erst mit der Modifikation eines vorhandenen Organs zu tun, und das berechtigt uns keineswegs zu der von LAMARCK gezogenen Konklusion, daß ein Organ durch Bedürfnis entstehen kann.

Grade über diesen wichtigsten Punkt seiner Theorie gibt LAMARCK, ich will nicht sagen wenig Beweise, sondern sogar äußerst wenig Vermutungen. Alles ist hier vag, rein hypothetisch, reine Phantasie, wie: der Ursprung alles Lebens ist eine Flüssigkeitsbewegung, welche schließlich im Körpergewebe Kanäle eingräbt, und Organe bildet, wie z. B. die Gefäße der Pflanzen.

Wo alles dieses unseren Erklärungsdrang unbefriedigt läßt, werden wir von Zeit zu Zeit wieder durch sehr schöne Gedanken getroffen, so z. B. durch die über das Leben: eine mysteriöse Lebenskraft, eine *Vis vitalis*, leugnet er, klar und deutlich sagt er:

„Il était, ce me semble, beaucoup plus aisé, de déterminer le cours des astres observés dans l'espace et de reconnaître les distances, les grosseurs, les masses et les mouvements des planètes qui appartiennent au système de notre soleil, que de résoudre le problème relatif à la source de la vie dans les corps qui en sont doués, et, conséquemment, à l'origine ainsi qu'à la production des différents corps vivants qui existent.

Quelque difficile que soit ce grand sujet de recherches, les difficultés qu'il nous présente ne sont point insurmontables, car il n'est question, dans tout ceci, que des phénomènes purement physiques.“

Das ist ein großer Fortschritt und folgerichtig konkludiert er, daß also auch die Entstehung des Lebens ein physisch-chemischer Prozeß gewesen ist, und daß *Generatio aequivoca* vorgekommen sein muß und seiner Ansicht nach noch vorkommt.

Was den Menschen betrifft, so verspürt LAMARCK die Notwendigkeit, ihn als einen Nachkommen niederer Tiere zu betrachten. Er erklärt sogar, wie der Mensch durch die Annahme eines aufrechten Ganges und durch die Vervollkommnung seiner geistigen Fähigkeiten aus den Affen entstanden sein könnte, aber er wagt es offenbar nicht, dies geradezu zu behaupten. Recht typisch ist der Schlußsatz seiner Betrachtungen darüber:

„Telles seraient les réflexions que l'on pourrait faire, si l'homme considéré ici, comme la race prééminente en question, n'était, distingué des animaux que par les caractères de son organisation et si son origine n'était pas différente de la leur.“

Sollte dies nicht eine Konzession sein, welche er der herrschenden Kirche machte? Ich kann mir kaum denken, daß LAMARCK an einen anderen als natürlichen Ursprung des Menschen glaubte; aber wie weit vorgefaßte Meinungen jemand in dieser Hinsicht führen können, möge aus einem Buche hervorgehen, das erst vergangenen Jahr erschien, ich meine WASMANN's „Moderne Biologie und die Entwicklungstheorie.“ WASMANN ist Jesuit, aber zugleich einer der besten Zoologen der Jetztzeit, dessen Untersuchungen über das Leben der Ameisen z. B. wir die höchste Bewunderung zollen.

Dieser sehr verdienstvolle Forscher sagt auf S. 271: „Da wir von zwei naturwissenschaftlichen oder naturphilosophischen Hypothesen,

welche zur Erklärung für ein und dieselbe Reihe von Tatsachen aufgestellt werden, stets diejenige zu wählen haben, welche durch natürliche Ursachen mehr zu erklären vermag, dürfte es wohl kaum zweifelhaft sein, daß wir mit vollem Rechte der Deszendenztheorie vor der Konstanztheorie den Vorzug geben.“

Aber jetzt kommt der Mensch an die Reihe, und auf S. 283 sagt WASMANN:

„Fassen wir nun das Ergebnis des ersten Teils dieser Untersuchung nochmals kurz zusammen. Die Zoologie darf den Menschen seiner leiblichen Seite nach mit Recht als den höchsten Vertreter der Klasse der Säugetiere auffassen; dasselbe gilt auch bezüglich der Keimesentwicklung des Menschen, die nach Analogie derjenigen der übrigen Säugetiere verläuft. Auch in der Entwicklung der sinnlichen Vermögen seines Seelenlebens steht der Mensch als höchster Vertreter des Säugetierstammes da, und zwar eben deshalb, weil sein Gehirn vollkommen organisiert und höher entwickelt ist, als dasjenige der übrigen Säugetiere. Bis hierher ist die Zoologie und die sich ihr anschließende vergleichende Nervenphysiologie wirklich kompetent. Die Philosophie kann sogar zugeben, daß, an sich betrachtet, eine Entstehung des menschlichen Körpers im Sinne der Entwicklungstheorie keineswegs unmöglich sei. Aber von welcher Natur und welchen Ursprungs das menschliche Geistesleben sei, in dieser Frage ist die Zoologie mit ihren Hilfswissenschaften nicht mehr kompetent, weil der Gegenstand außerhalb des Rahmens der zoologischen Erkenntnis liegt.“

Erinnert dies nicht sehr stark an LAMARCK's:

Telles seraient les réflexions que l'on pourrait faire si l'homme n'était distingué des animaux que par les caractères de son organisation et si son origine n'était pas différent de la leur.“

Soll man nun WASMANN der Unehrlichkeit beschuldigen? Gewiß nicht. Ich stimme vollkommen dem bei, was FOREL vor einigen Tagen im Biologischen Zentralblatt veröffentlichte und der bei WASMANN zwei Menschen unterscheidet, den Gelehrten und den Theologen, welche ich mit A und B andeuten will. Von diesen sagt er: „Es ist für mich offen gestanden eine der wunderbarsten Naturerscheinungen, daß diese beiden Menschen im gleichen Gehirn bisher in glücklicher Ehe zusammen leben konnten und nicht schon lange geschieden worden sind“ — — — WASMANN A ist ein Gelehrter, vor dessen Schärfe und Gewissenhaftigkeit ich den Hut abziehe. WASMANN B ist ein scholastischer Jesuit. „WASMANN A liegt aber als Sklave in der Zwangsjacke von WASMANN B, und kann nur auf denjenigen Gebieten frei und er selbst sein, in welchen er mit WASMANN B in gar keinen Konflikt kommt. Sobald der Konflikt entsteht, hört das wissenschaftliche Denken von WASMANN A auf — — — „Ich betone endlich, daß ich trotz allem niemals an der vollen Ehrlichkeit und Loyalität WASMANNs gezweifelt habe. Wie ESCHERICH, bin ich der Überzeugung, daß hier nur die Früchte der von Kindesbeinen an eingesaugten dialektischen Scholastik vorliegen, die für den wissenschaftlichen Geist nur ein bedingtes Dasein zulassen.“

„Eine Wissenschaft die nur so lange unbeeinflusst und unabhängig bleibt, als sich ihr kein Dogma, kein Glaube entgegenstellt, hört eben mit diesem Moment auf, Wissenschaft zu sein.“

Wie unangenehm WASMANN der Gedanke an eine Affenabstammung des Menschen berührt, geht aus folgender von ihm selbst mitgeteilten (p. 304) Begegnung hervor:

intention
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
ld neither
proceedings
dia, who
th the raja
wn power
e fort, and
ould assist
for which
him five

pops; and
to prevent
om Satara
alarming
ad state of

now Put
Rao, the
doogaom,
ee, and
his services
vering the
mitted to

This promise
cret agent of
edoojee Rao
e present at

„Als wir bei unserer obenerwähnten Zoologenfahrt zum Besuche des zoologischen Gartens an das Eingangstor desselben gelangt waren, sahen wir daselbst einen Wärter mit zwei jungen Schimpansen auf dem Arme postiert, die uns als „Kollegen“ bewillkommen wollten. Die beiden Affenjünglinge grinsten uns so vertrauensselig an, als ob sie von unseren entwicklungsgeschichtlichen Gesinnungen vollständig überzeugt wären und uns gerne zurufen möchten: „Brüder, reicht die Hand zum Bunde.“ Ich aber dachte mir: „Nein, meine lieben Tierchen, so weit sind wir, Gott sei Dank, noch nicht!“

Versuchen wir, nach dieser Abschweifung, die Bedeutung von LAMARCKS Philosophie Zoologique in wenigen Worten zusammenzufassen, so können wir sagen, daß der große Fortschritt in der Auffassung der Lebenserscheinungen als rein physisch-chemische Prozesse liegt; in dem Erkennen von Reizen als Ursache der Ontogenese der Organismen, an der Stelle der Meinung, daß das Wesen bereits en miniature fix und fertig im Keime vorhanden wäre, im Erkennen des Einflusses der Umgebung, im Erkennen der Existenz von Biometamorphosen also, und im Postulieren physischer Ursachen für die Entstehung alles Lebens und aller Lebewesen, sogar mit Einschluß des Menschen, wenn er auch, was letzteren betrifft, dies noch nicht unumwunden zugeben wagt.

Das Verkehrte lag in der Ansicht, daß durch Bedürfnis neue Organe entstehen können.

Fragen wir uns jetzt, weshalb LAMARCKS Lehre so wenig durchgedrungen ist, so glauben wir die Ursache zu finden in dem Mangel nicht allein an Beweisen, deren es fast gar keine in seinem Werke gibt, sondern sogar auch an zur Stütze seiner Lehre zusammengebrachter Tatsachen.

Sein ganzes Buch ist eine vorgefaßte Meinung, zweifellos öfters genial, aber doch öfters eine Oratio pro Domo, für seine eigenen Theorien.

Nicht durch das geduldige Sammeln von Tatsache nach Tatsache, und durch eine solche Anordnung derselben, daß ihr Gewicht uns wie von selbst zum Akzeptieren seiner Schlußfolgerungen bringt, versucht er uns zu überzeugen, sondern er drängt uns seine Überzeugung auf und erachtet es für natürlich, daß wir diese eben so gern wie er akzeptieren werden. Zweifellos hatte er im Gedächtnis zahlreiche Tatsachen, welche ihn überzeugten, aber gerade diese enthielt er uns vor, und dadurch wird sein Zeugnis so schwach.

In dieser Hinsicht steht er DARWIN, welcher uns öfters mit Tatsachen zur Stütze seiner Lehre überschüttet, diametral gegenüber.

Dennoch war FLOURENS' Kritik im Jahre 1861, also sogar nach dem Erscheinen von DARWIN'S Buch, welches er übrigens noch nicht zu kennen scheint, ungerecht.

LAMARCKS Auffassungen waren gewiß keine reine Phantasie, sondern das Resultat vieler Beobachtungen und vielen Nachdenkens. Sein Fehler liegt darin, daß er meint, daß wir die Tatsachen, welche bei ihm die Gedanken erwecken, ebensogut kennen als er. Dieses hat FLOURENS offenbar nicht eingesehen, sonst hätte er nie schreiben können:

„L'habitude joue un rôle incroyable dans les rêveries de Lamarck.“

Wie wir sahen, gab LAMARCK viel zu wenig Tatsachen als Stützen für seine Auffassungen, und drang seine Abstammungslehre infolgedessen

nicht durch. Wohl arbeitet er in seiner 1815 erschienenen Introduction zu seiner „Histoire naturelle des Animaux“ seine Gedanken etwas tiefer aus, aber auch dort trifft uns der Mangel an Tatsachen.

Gerade darin übertrifft DARWIN LAMARCK in so hohem Grade und das ist denn auch der Grund, weshalb DARWIN durchgedrungen ist.

Dennoch darf mit Recht bezweifelt werden, daß DARWINS Ideen so schnell durchgedrungen sein würden, wenn nicht der Weg von LYELL gebahnt wäre.

Allgemein doch herrschte noch die Meinung, daß das Leben auf Erden periodisch von Katastrophen zerstört worden wäre, so daß eine Evolution im wahren Sinne des Wortes, eine ununterbrochene, allmähliche Entwicklung vom Anfang der Erdgeschichte an bis auf heute für unmöglich erachtet wurde.

Dieser Ansicht entgegenzutreten war nicht ohne Gefahr, wie BUFFON erfuhr, und es wäre nicht zu verwundern, wenn LAMARCKS Vorsicht in der Angelegenheit der Abstammung des Menschen eine Folge der Beachtung des Spruches wäre: Wer sich an einem andern spiegelt, spiegelt sich sanft“.

BUFFON erhielt nämlich ¹⁾ bald nach dem Erscheinen seiner „Historie naturelle“, in der er seine Theorie der Erdentwicklung veröffentlichte, im Januar 1751 von der Sorbonne, wie damals die theologische Fakultät zu Paris hieß, einen offiziellen Brief, in welchem ihm mitgeteilt wurde, daß 14 Sätze in seinen Werken strafwürdig wären und im Streit mit dem Glauben der Kirche. Die erste dieser Thesen war diese: „Die Gewässer des Meeres haben die Berge und Täler der Länder gebildet, die Gewässer des Himmels, welche alles nivellieren, werden schließlich das jetzige Festland dem Meere ausliefern und da das Meer sich dann weiter ausbreiten muß, werden neue Kontinente trocken werden.“

BUFFON wurde — wohl mit Rücksicht auf seinen hohen Rang und seinen Einfluß bei Hofe — in sehr höflicher Weise eingeladen, eine Erklärung dieser These einzusenden, was eigentlich hieß, sie zu widerrufen.

Dieser Einladung leistete er Folge, und nachdem eine allgemeine Versammlung der Fakultät seine Erklärung begutachtet hatte, wurde er beauftragt, diese in seinem nächstfolgenden Werke zu publizieren. Sie fängt an:

„Ich erkläre, daß ich nicht beabsichtigte, dem Text der Heiligen Schrift zu widersprechen, daß ich absolut alles glaube, was darin steht über die Schöpfung, sowohl was die Reihenfolge, als was die Zeit betrifft, und daß ich widerrufe, was ich in meinem Buche über die Bildung der Erde gesagt habe und überhaupt alles, was mit der Mosaischen Schöpfungsgeschichte streitet ²⁾.“

Nun wir dies wissen, bin ich geneigt, LAMARCK mit seinem: „Telles seraient les réflexions que l'on pourrait faire si l'origine de l'homme n'était pas différente de la leur“ für einen Schalk zu halten.

Ich brauche wohl nicht zu sagen, welchen Wert man BUFFONS Erklärung, daß er absolut alles glaube, was über die Schöpfung in der Bibel steht, beilegen muß, aber dieser Brief zeigt uns, bis zu welchem Grade die Kirche sich gegen den Einfluß der Naturwissenschaften sträubt, sogar bis zur Immoralität, denn das Erzwingen einer solchen Erklärung ist im höchsten Grade immoralisch.

1) Siehe LYELL, Principles, p. 58.

2) Hist. nat., Tome V ed. de l'Impr. Royale, Paris 1769.

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja,
ld neither
proceedings
dia, who,
th the raja
wn power,
e fort, and
ould assist
for which
him five

oops; and
to prevent
om Satara
alarming
ad state of

now Put-
Rao, the
doogaom,
ee, and,
his services
vering the
mitted to

This promise
cret agent of
eedojee Rao
e present at

Daß die Kirche dies jetzt nicht mehr in solchem Maße tut, liegt daran, daß glücklicherweise die Zeiten sich geändert haben, so daß sie es nicht mehr wagt, alles zu tun, was sie wohl möchte; kehrte ihre Macht jemals wieder, so würde man sie in dieser Hinsicht nicht verändert finden.

Nun wir dies alles wissen, wird es sogar zweifelhaft, was man von CUVIERS Meinung über die Konstanz der Arten und das Vorkommen von Katastrophen denken muß. Mit Recht sagt LYELL: „If many writers, and Cuvier himself in the number, still continued to maintain, that the thread of induction was broken, yet in reasoning by the strict rules of induction from recent to fossil species, they in a great measure disclaimed the dogma which in theory they professed. The adoption of the same generic, and, in some cases, even of the same specific names for the exuviae of fossil animals and their living analogues, was an important step towards familiarizing the mind with the idea of identity and unity of the system in distant eras.“

Daß CUVIER nicht so stark von der jemaligen Vernichtung des Lebens nach jeder Katastrophe überzeugt war, wie man uns öfters will glauben machen, geht aus folgendem Satz seines „Discours sur les Révolutions de la surface du globe“ hervor:

„Au reste, lorsque je soutiens que les bancs pierreux contiennent les os de plusieurs espèces, qui n'existent plus, je ne prétends pas qu'il ait fallu une création nouvelle pour produire les espèces aujourd'hui existantes; je dis seulement qu'elles n'existaient pas dans les lieux où on les voit à présent, et qu'elles ont dû y venir d'ailleurs.“

Zwanzigste Vorlesung.

LYELLS Übersicht über die Geschichte der Geologie, p. 332. Die Auffassung in den Vedas, p. 333. Der Glaube an eine allgemeine Sintflut, p. 333. Die Kosmogonie der Ägypter, p. 334. Pythagoras' vernünftige Anschauungen über die Geologie seiner Zeit, p. 334. Die Lehren der Katastrophen, p. 335. Arabische Vorstellungen, p. 335. Der Streit über den Ursprung der Fossilien, p. 337. LEONARDO DA VINCI'S Meinung, p. 337. FRACASTORO'S richtige Auffassungen, p. 338. MATTIOLI'S und FALLOPIA'S widersinnige Auffassungen, p. 338. QUIRINI gegen den Sintflutgedanken, p. 339. Die Italiener geben den Anstoß zu besseren Auffassungen, p. 339. MORAS Spott über die herrschenden Meinungen, p. 340. BUFFON'S Kosmogonie, p. 340. LEHMANN'S Einteilung der Berge, p. 340. FÜCHSEL'S Bestrebung, die geologischen Erscheinungen auf natürlichem Wege zu erklären, p. 341. WERNER'S Neptunismus, p. 341. DE SAUSSURE'S Einwendungen, p. 342. VOIGT'S richtige Auffassung über die Entstehung des Basalts, p. 342. HUTTON'S Vulkanismus, p. 342. WILLIAM SMITH'S Entdeckung der Leitfossilien, p. 343. BROGNIART-CUVIER, p. 343. CUVIER'S Katastrophenlehre, p. 343. LYELL über die Vorurteile, welche die Entwicklung der Geologie hemmten, p. 344. LYELLS Nachweis der ununterbrochenen und allmählichen Erdgeschichte, p. 347. HOFMEISTER als Bereiter des botanischen Bodens für den Empfang von DARWIN'S Theorie, p. 347. PRITZERS Biographie von Hofmeister, p. 347. SACHS über Hofmeisters Arbeiten, p. 255.

Meine Damen und Herren! Das große Interesse der Evolutionstheorien an der Erdgeschichte drängt mich dazu, Ihnen an der Hand von LYELL eine möglichst kurze Übersicht über die Geschichte der

geologischen Wissenschaft zu geben, insoweit sie mit unserer Aufgabe im Zusammenhang steht.

Die ältesten Auffassungen der indischen und ägyptischen Philosophie stimmen darin überein, daß die Erde von einem allmächtigen und unendlichen Wesen geschaffen worden sei. Beide nehmen ebenfalls an, daß dieses Wesen seit aller Ewigkeit existiert und die Welt sowie die sich darauf befindlichen Geschöpfe zu wiederholten Malen vernichtet, und von neuem geschaffen habe.

In den alten Gedichten der VEDAS, 13 Jahrhunderte vor Christi Geburt gesammelt aber weit älteren Datums, wird die Gottheit im Zusammenhang mit dem Untergang und der Wiederbelebung der Welt als periodisch schlafend und wachend dargestellt. Aus der englischen Übersetzung der VEDAS mag folgendes aus dem 57. Verse zitiert werden:

„Thus that immutable power by waking and reposing alternately, revivifies and destroys, in eternal succession, this whole assemblage of locomotive and immovable creatures.“

Dann wird erklärt wie eine große Zahl von Mantawaras oder Perioden aufeinander folgen, jede, von einer Dauer von vielen Jahrtausenden.

Im Anfang, sagt die Erzählung, schuf die erste Ursache durch einen Gedanken die Gewässer, und bewegte sich darauf über ihre Fläche in der Gestalt Brahmas, des Schöpfers, durch dessen Einfluß die Erscheinung von trockenem Lande verursacht wurde, sowie die Bevölkerung der Erde mit Pflanzen, Tieren, himmlischen Wesen und dem Menschen stattfand.

Später findet Brahma, nach jeder Mantawara erwachend, jedesmal die ganze Erde, infolge eines Brandes am Ende einer jeden Periode verwüstet. Nichts ist mehr übrig als ein formloser Ozean.

Wie extravagant diese Mitteilungen auch sind, so darf man sie doch nicht als das Resultat reiner Phantasietätigkeit betrachten, sondern eher als eine unmotivierte Verallgemeinerung wirklich beobachteter Tatsachen.

Denn das Heilige Buch der Hindus, die „Ordonantien des Menü“ geben in der Tat richtige Mitteilungen über gewisse wissenschaftliche Tatsachen, sie sagen z. B. daß am Nordpol das Jahr eingeteilt ist in einen langen Tag und eine lange Nacht, und daß ein Tag der Mondbewohner einem Monat der Erdbewohner entspricht.

Wie gelangten nun die VEDAS und viele spätere Schriften zu der Annahme großer Überströmungen oder Sintfluten?

Dafür werden zwei Gründe angegeben: das Auffinden fossiler Muschelschalen, nicht im Meeresboden sondern im Festlande, ja sogar auf dem Gipfel der Berge, und das Vorkommen heftiger, zwar lokaler, aber doch sehr ausgedehnter Überströmungen. Beide Arten von Erscheinungen waren den Alten bekannt. Die ägyptischen Priester wußten, daß nicht nur der Boden unter dem Flußbette des Nils, Schalen von Meeresmuscheln enthielt, sondern daß diese auch in den Hügeln, welche das Niltal begrenzen, angetroffen werden und Herodot schließt daraus, daß ganz Unterägypten und sogar das hohe Land um Memphis herum einmal von dem Meere bedeckt war.

Da ähnliche Fossilien in Asien, an verschiedenen Stellen vorhanden waren, ist es sehr leicht möglich daß ein alter Hindu die gleiche Argumentation wie Herodot anwandte.

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
ld neither
proceedings
dia, who
th the raja
wn power
e fort, and
uld assist
for which
him five

oops; and
to prevent
om Satara
alarming
d state of

now Put
Rao, the
doogaom,
ee, and,
his services
vering the
mitted to

This promise
cret agent of
edojee Rao
e present at

Was große Überströmungen anbetrifft, so liegt das Material zum greifen nahe, sowohl vor wie nach der Zeit der Hinduschriften; ich brauche nur an die großen Durchbrechungen des Gelben Flusses in China zu erinnern, deren erstbekannte der Überlieferung gemäß mehr als 2000 Jahre vor Christi Geburt stattfand und welche von einzelnen als identisch betrachtet wird, mit der großen Sintflut. Spätere Untersuchungen haben aber gelehrt, daß diese Flut nur den Ackerbau unterbrach, aber keineswegs die Menschenrasse über einen großen Landstrich, geschweige denn gänzlich vernichtete.

Der Sintflutgedanke wird ebenfalls bei den araukarischen Indianern angetroffen und kann, wie LYELL zeigte, in gleicher Weise erklärt werden durch die vielen Erdbeben und Überschwemmungen in Chile.

Die Sage der Peruaner von einer allgemeinen Flut, lange vor der Regierung der Inkas, einer Überschwemmung, aus welcher sich nur sechs Menschen auf einem Floße retten konnten, entstand in einer Gegend, welche öfters vom Ozean inundiirt wurde. Usw. usw.

Die Kosmogonie der Ägypter fließt von Katastrophen über. Wir kennen diese ziemlich gut aus den Schriften der griechischen Sekten, welche fast ihre sämtlichen Thesen den Ägyptern entliehen. Der ägyptische Gedanke der sukzessiven Vernichtung und Erneuerung der Welt war das Thema von einem der Gesänge des Orpheus, der sogar nicht davor zurückschreckte, die Dauer einer jeden Periode zu bestimmen. Es hingen diese großen Perioden mit verschiedenen vermuteten Konstellationen zusammen und dauerten nach ORPHEUS 120 000, nach CASSANDER 360 000 Jahre.

Aus PLATOS Timaeus vernehmen wir, daß die Ägypter glaubten, die Welt sei periodischen Feuersbrünsten und Sintfluten unterworfen, durch welche die Götter die Laufbahn der menschlichen Verderbnis unterbrächen und die Erde von Schuld reinigten. Die Stoiker adoptierten vollständig die Auffassung eines Systems von Katastrophen zur periodischen Vernichtung der Welt. Dabei gingen sie radikal vor, es gab bei ihnen nämlich zweierlei Arten von Katastrophen:

1. die Kataklysmen oder Vernichtung durch Wasser, durch welche der Mensch und die ganze Tier- und Pflanzenwelt vernichtet wird, und
2. die Ekpyrosis oder Vernichtung durch Feuer, welche die ganze Erdkugel selbst vernichtet.

Der Zusammenhang zwischen der Katastrophenlehre und der Verderbnis der Menschen liegt im Bedürfnis aller primitiven Völker, große Unglücksfälle als Strafen der Gottheit zu betrachten. Das geschieht übrigens noch in viel späteren Zeiten. Noch im Jahre 1822 überzeugten Priester einen großen Teil der chilenischen Bevölkerung, daß das große Erdbeben jenes Jahres ein Zeichen des göttlichen Zornes sei, wegen der großen Revolution, welche damals Südamerika erschütterte. Vielleicht glaubten sie es sogar selber.

PYTHAGORAS, der ungefähr 580 vor Christi lebte, hatte mehr als 20 Jahre in Ägypten gewohnt, hatte den Osten bereist und war mit persischen Philosophen in Berührung gekommen, und brachte die so gehörten Lehren mit nach Griechenland zurück; auch er nimmt also periodische Vernichtung als eine Strafe für Verderbnis an, doch hat viel vernünftiger Ideen über die jetzt auf die Gestaltung der Erde einwirkenden Kräfte. Hätte er diese Gedanken auch auf die Vergangenheit ausgedehnt, und auf die Geschichte der Erdkruste angewandt, wer weiß,

welche schöne Geologie er bereits entwickelt haben würde. Ich will Ihnen nur einige seiner Thesen über die Umbildungen der Erdkruste in historischen Zeiten mitteilen, damit Sie sich von der vollkommenen Natürlichkeit derselben überzeugen:

1. Kontinente sind in Meere verwandelt;
2. Meer ist in Land verwandelt. Marine Muschelschalen werden weit vom Meer entfernt angetroffen;
3. Täler wurden von strömenden Gewässern ausgegraben und Wasser hat Hügel ins Meer gespült;
4. Moräste sind trocken geworden, trockenes Land in stagnierendes Wasser verändert;
5. Brunnen sind durch Erdhebungen geschlossen und andere geöffnet worden, Ströme sind versiegt und an anderen Stellen wieder ans Tageslicht getreten, wie der Erasinus und der Mysus in Griechenland;
6. Inseln wurden öfters durch Schlickbildung mit dem Festlande vereinigt;
7. Halbinseln wurden vom Festlande getrennt und sind Inseln geworden, indem das Meer den Isthmus vernichtete.
8. Land ist durch Erdbeben im Meer versunken, die griechischen Städte Helice und Buris z. B. kann man mit schiefen Wällen unter Wasser stehen sehn.
9. Flachland wurde zu Hügeln aufgeworfen, indem eingeschlossene Luft einen Ausweg suchte.
10. Es gibt Ströme, welche eine versteinemde Wirkung ausüben und die Substanzen, welche sie benetzen, in Marmor verwandeln.
11. Vulkanische Ventilatoren ändern die Stelle, es gab eine Zeit, wo der Ätna nicht brannte, und es wird eine Zeit kommen, wo er nicht mehr brennt. Ob dieses dadurch geschieht, daß gewisse Höhlen durch die Bewegung der Erde geschlossen und andere geöffnet werden oder durch Erschöpfung der Brennstoffe ist eine noch ungelöste Frage.

Während Aristoteles von fossilen Fischen redet, sagt sein Schüler Theophrast, daß diese entweder entstanden seien aus in der Erde zurückgebliebenen Eiern oder daß sie aus Strömen oder aus dem Meere in Erdhöhlen hineingeschwommen und dort versteinert seien. Fossile Knochen und fossiles Elfenbein rühren aber, seiner Meinung nach nicht von Tieren her, sondern sind von einer geheimnisvollen Kraft in der Erde gebildet.

Aus weiteren Schriften der Griechen nach Aristoteles, geht zwar hervor, daß sie an periodische Revolutionen in der anorganischen Welt glaubten, aber nichts deutet darauf hin, daß sie Veränderungen in der organischen Welt, Veränderungen in Tier- und Pflanzenrassen also, vermuteten. Daß die Fossilien sie nicht auf diesen Gedanken brachten, hat seinen Grund in der zu großen Verbreitung der Generatio spontanea-Idee. Zwar hatten die Ägypter die von den Stoikern nachgesprochene Lehre verkündet, daß die Erde einmal ungeheure, verschollene Tiergestalten gebildet hätte, aber es herrschte offenbar die Meinung vor, daß nach jeder Katastrophe jedesmal die gleichen Tierarten geschaffen worden seien.

Eine alte arabische Sage, welche ABRAHAM ECHELLENUS mitteilt, stellt die Sache anders vor:

Die Gerbaniten, eine Astronomensekte, welche einige Jahrhunderte vor Christi blühte, meinten, daß nach einer jeden Periode von 36420 Jahren, ein Paar einer jeden Tierart, welche die Welt wieder bevölkern sollte, geschaffen worden sei. Aber dies waren andere Genera und Arten, als jene welche vor jenen Perioden lebten.

Strabo, der zu Augusti Zeiten lebte, verkündet Gedanken, deren Wichtigkeit man erst zu Lyells Zeiten einzusehen anfang.

Nicht weil die ursprünglich vom Meere bedrohten Länder von Anfang an auf verschiedenen Niveaus gelegen waren, sagt er, sind die Gewässer gestiegen oder gesunken, sondern weil das gleiche Land das eine Mal aufgehoben und das andere Mal hinuntergedrückt wurde und das Meer zu gleicher Zeit hinauf oder hinunter stieg. Die Ursache liegt also im Boden, entweder im Boden unterm Meere, oder im Boden welcher überschwemmt wird, wahrscheinlich aber im Meeresboden, denn dieser kann seiner Feuchtigkeit wegen leichter umgebildet werden.

Wir müssen, sagt er, unsere Erklärungsversuche gründen auf klare Erscheinungen, welche sozusagen täglich vorkommen, wie Überschwemmungen, Erdbeben, vulkanische Eruptionen und Erhebungen des Meeresbodens.

An einer anderen Stelle verkündet er die Lehre, daß Vulkane Sicherheitsventile seien, welche nur Schaden verursachen, wenn sie verstopft sind.

LYELL faßt dann die geologischen Kenntnisse bis zu Christi Geburt in folgenden Sätzen zusammen:

„Although no particular investigations had been made for the express purpose of interpreting the monuments of ancient changes, they were too obvious to be entirely disregarded; and the observation of the present course of nature presented too many proofs of alterations continually in progress on the earth to allow philosophers to believe that nature was in a state of rest, or that the surface had remained and would continue to remain unaltered. But they had never compared attentively the results of the destroying and reproductive operations of modern times with those of remote eras nor had they ever entertained so much as a conjecture concerning the comparative antiquity of the human race, or of living species of animals and plants, with those to former conditions of the world.“

Und letzteres war ihr Glück, denn wir werden alsbald sehen in wie hohem Grade die mosaische Schöpfungsgeschichte, durch die Kirche in Schutz genommen, den Fortgang der Wissenschaft gehemmt hat.

Dieser hindernde Einfluß der Kirche ist keineswegs auf die christliche beschränkt, sondern herrscht überall wo ein Dogma, von priesterlicher Herrschsucht unterstützt, seinen Einfluß gelten läßt. Während ich nicht gerne die in letzterer Zeit in unserem Lande (Holland) aufgeworfene Antithese zwischen Glauben bei den sogenannten christlichen politischen Parteien und Unglauben bei den sogenannten paganistischen, unterschreiben möchte, sie im Gegenteil für eine Verdrehung der Wahrheit halte, bin ich vollkommen bereit, eine andere Antithese zu akzeptieren, eine zwischen Dogma und Wissenschaft. Diese haben sich stets bekämpft und werden es stets tun, denn das Inhärente eines jeden Dogmas, die Unveränderlichkeit des darin ausgesprochenen Lehrsatzes, ist im flagrantem Widerspruch mit jeder Erfahrung, also mit der Wissenschaft.

Wie ich schon sagte, hat sich das Dogma und die schlechten Folgen desselben keineswegs auf die christlichen Kirchen beschränkt.

Wir sahen früher wie die Theologen von Paris BUFFON zwingen, seine Meinung über die Erdgeschichte zu widerrufen; genau dasselbe widerfuhr dem Araber OMAR von seiten der mohammedanischen Priesterschaft. Diese wünschten das Studium der Menschheit auf das der Heiligen Schrift zu beschränken, bei ihnen also auf das des Korans, da sie nichts mehr fürchteten, als eine zunehmende Freude an der Naturwissenschaft.

Im 10. Jahrhundert schrieb OMAR, genannt EL AALEM, der Gelehrte, ein Werk über das „Zurückziehen des Meeres“. Durch Vergleichung der Karten seiner Zeit mit denen von indischen und persischen Astronomen von 2000 Jahren früher, sah er, daß wichtige Veränderungen in der Küstenlinie von Asien stattgefunden haben müßten und daß das Meer früher größer gewesen war. Da dieses, der Meinung der Priester nach, gegen gewisse Sätze des Korans verstieß, wurde er beauftragt, sie öffentlich zu widerrufen; von edlerer Gesinnung wie BUFFON, dankte er aber für diese Ehre und verließ freiwillig das Land.

LYELL zitiert aus den „Wundern der Natur“ des Arabers MOHAMMED KAZWINI einige Sätze, welche zeigen, wie hübsch dieser menschliche Kurzsichtigkeit wiederzugeben verstand. Er läßt KIDHZ, eine allegorische Persönlichkeit, folgendes erzählen:

„Ich kam einmal an einer uralten und wunderbar stark bevölkerten Stadt vorbei und fragte einen der Einwohner, wann diese gegründet wurde. Ja, antwortete er, wohl ist es eine mächtige Stadt, wir wissen nicht, wie lange sie bereits besteht und auch unsere Ahnen waren in dieser Hinsicht ebenso unwissend wie wir.

Fünf Jahrhunderte später kam ich an derselben Stelle vorbei und konnte keine Spur einer Stadt entdecken. Ich fragte einen Bauern, der Kräuter sammelte an der Stelle, wo früher die Stadt gestanden hatte, wie lange es her sei, daß dieselbe verwüstet wurde. Welche sonderbare Frage, sprach er, der Boden hier war nie anders, als wie du ihn jetzt siehst. Gab es denn früher — so fragte ich — keine prachtvolle Stadt an dieser Stelle? Niemals, lautete die Antwort, haben meine Augen Ähnliches geschaut und nie haben uns unsere Eltern von einer Stadt erzählt.

Als ich 500 Jahre später dahin zurückkehrte, fand ich die Stelle vom Meere eingenommen, an dessen Ufern ich einigen Fischern begegnete, welche ich fragte, wie lange das Land schon vom Meere bedeckt sei. — Ist das eine Frage für einen Mann wie du, wurde mir geantwortet, dieser Ort war immer so, wie er jetzt ist. — Ich kehrte nochmals nach 500 Jahren zurück und fand das Meer verschwunden, wieder fragte ich, wie lange der jetzige Zustand schon angehalten habe und wieder erhielt ich die gleiche Antwort, nach wieder 500 Jahren fand ich doch wieder eine blühende Stadt und als ich mich nach ihrer Gründung erkundigte, wurde mir gesagt: Wir wissen nicht, wie lange sie besteht und unsere Ahnen waren in dieser Hinsicht ebenso unwissend wie wir.“ —

Erst am Anfang des 16. Jahrhunderts fingen geologische Fragen an die Aufmerksamkeit christlicher Völker auf sich zu ziehen. Zu jener Zeit entstand in Italien ein heftiger Streit über den Ursprung der Muschelschalen und anderer Fossilien, welche in großer Anzahl an jener Halbinsel gefunden wurden.

LEONARDI DA VINCI, der berühmte Maler, der als Ingenieur in jüngeren Jahren Kanäle in Oberitalien ausgegraben hatte, war einer der ersten, welcher gesunde Ideen in dieser Angelegenheit entwickelte.

„Der Schlamm der Ströme,“ sagt er, „hat diese Schalen bedeckt und ist in sie eingedrungen, als sie noch auf dem Boden des Meeres in der Nähe der Küste lagen. Man erzählt uns zwar, daß diese Schalen in den Hügeln durch den Einfluß der Sterne entstehen, aber ich frage, wo sind jene Hügel und jene Sterne, welche fossile Schalen bestimmten Alters und bestimmter Art bilden und wie können die Sterne uns das Vorkommen von offenbar durch strömende Gewässer abgerundeten Kies erklären, in welcher Weise können sie die Ursache gewesen sein von versteinerten Blättern, Meeresalgen und marinen Krabben?“

Die Ausgrabungen vom Jahre 1517 zur Wiederherstellung der Stadt Verona brachten zahllose Fossilien ans Licht und FRACASTORO knüpfte daran so richtige Gedanken, wie man es nur wünschen kann. Er erklärte alle fossilen Schalen als Reste von Tieren, welche an jenen Stellen gelebt haben, wo diese Schalen jetzt gefunden werden. Er zeigt die Absurdität des theophrastischen Gedanken, daß eine plastische Kraft die Macht besitzen sollte, Steine zu organischen Formen umzuformen, und bestreitet mit tüchtigen Argumenten die Meinung, als hätte die Sintflut die Schalen ans Land gebracht. Die Überschwemmung, sagt er, dauerte zu kurz, sie bestand hauptsächlich aus süßem Wasser und wenn sie auch Muschelschalen über eine so große Entfernung hätte mit sich führen können, so würde sie dieselben doch auf der Erdoberfläche deponiert haben, und sie nicht tief in die Berge vergraben haben. Seine klaren Auseinandersetzungen würden die Diskussionen über die Fossilien auf immer beendet haben, wenn nicht menschliche Leidenschaften sich an diesem Streit beteiligt hätten.

Aber, sagt LYELL, die klaren und philosophischen Gedanken FRACASTOROS fanden kein Gehör, und das Talent der Gelehrten wurde dazu verurteilt, sich während drei Jahrhunderten zu erschöpfen in der Diskussion dieser zwei einfachen und elementären Fragen, ob Fossilien Reste einmal lebender Tiere seien, und falls dies der Fall wäre, ob ihr Vorkommen nicht vollkommen durch Noahs Sintflut erklärt werden könnte. Allgemein wurde damals angenommen, daß die Erde nur wenige Jahrtausende alt sei, und daß sie schließlich durch Feuer verzehrt werden würde; in den geologischen Werken dieser Zeit finden wir fortwährend Anspielungen auf diese erwartete Katastrophe.

Große Besorgnis entstand, als man versuchte, mittels physischer Versuche diese Glaubensartikel zu widerlegen, und der einzige Lichtpunkt in dieser Angelegenheit ist das Verhalten der italienischen Priester, welche die Diskussionen nicht nur nicht hinderten, sondern sogar eifrigst daran teilnahmen, und also offenbar viel liberaler dachten, als jene, welche BUFFON später zu seiner Revokation zwangen.

Die törichtsten Ideen wurden verkündet: MATTIOLI, ein berühmter Botaniker, meinte, daß die Fossilien aus einer fetten Substanz durch Fermentation entstanden, und FALLOPIO VON PADUA, ein berühmter Professor der Anatomie, lehrte, daß fossiles Elfenbein nur erdige Konkretionen seien, und ging sogar so weit, daß er es für wahrscheinlich hielt, daß die Vasen des Monte Testaceo bei Rom natürliche Eindrücke im Boden seien, während OLIVI von Cremona, der die reiche Fossilienammlung von Cremona beschreibt, sie als ein „Spiel der Natur“ betrachtet.

Hingegen erkannten CARDANO im Jahre 1552 und MAJOLI 1597, sowie CÄSALPIN die wahre Natur der Fossilien. PALISSY wagte es 1580, die Meinung zu bestreiten, daß alle Fossilien durch die Sintflut

abgesetzt seien; er war der erste, sagt FONTENELLE, der es wagte, in Paris zu behaupten, daß fossile Reste von Mollusken und Fischen marinen Tieren angehört hätten.

Trotzdem schon mehr als 100 Jahre nach FRACASTOROS Tod verloren gegangen waren in der unmöglichen Diskussion, ob Fossilien von früher lebenden Tieren herrührten oder nicht, sollte wieder mehr als ein Jahrhundert verloren gehen in der Bekämpfung der Hypothese, daß sämtliche Fossilien von Noahs Sintflut deponiert worden seien. Nie hat eine falsche Theorie verderblichere Folgen für die Wissenschaft gehabt als diese, indem sie genaue Beobachtung und Anordnung der Tatsachen während langer Jahrzehnte unmöglich machte.

Der erste, der es zu verkünden wagte, daß die Sintflut nicht die ganze Welt bedeckt hätte, war QUIRINI im Jahre 1676. HOOKE erkünlte sich 1668 zu der Behauptung, daß es Tiere gegeben haben könne, welche total ausgestorben sind. Man warf ihm entgegen, daß eine solche Voraussetzung die Weisheit und Macht des Schöpfers unterschätze, aber er antwortete, daß da Individuen sterben, Arten auch sterben können, und dies könnte, sagt er, nicht in Widerspruch sein mit der Heiligen Schrift, denn die Bibel sagt, daß die Erde zugrunde gehen wird, und falls dies richtig ist, müssen ja einmal alle Arten aussterben.

Welche eigentümlichen Sachen noch in geologischen Büchern am Ende des 17. Jahrhunderts behandelt werden, zeigt BURNETS Sacred Theory of the Earth, welche zwischen 1680 und 1690 erschien. Darin diskutiert er mit einem Ernst, den ein so wichtiger Punkt nur beanspruchen kann, die Frage, ob der Garten von Eden auf der Erde gelegen oder oberhalb der Wolken halbwegs zwischen Mond und Erde geschwebt habe. Nach reiflicher Erwägung schloß er, daß er auf der Erde gelegen habe und zwar auf der südlichen Erdhälfte in der Nähe des Wendekreises.

Dieser hübsch geschriebene Roman, wie BUFFON es nennt, wurde für ein Werk von seltener Gelehrsamkeit gehalten.

Im Jahre 1696 erschien ein Buch von WHISTON; es genügt wohl dessen Titel mitzuteilen: „A new Theory of the Earth, where in the Creation of the World in Six Days, the universal Deluge, and the General Conflagration, as laid down in Holy Scriptures, are shown to be perfectly agreeable to Reason and Philosophy“.

Auch dieses Buch wurde ernst genommen, und führte leider wieder zu unfruchtbaren Diskussionen, ob es möglich sei, daß Kometen die Wasser der Meere über das Land hinauf ziehen könnten, ob ihre Schweife zu Wasser kondensiert werden könnten und Ähnliches.

Im Jahre 1724, d. h. also erst vor 180 Jahren, war der Zustand nur noch wenig besser geworden. Damals erklärte JOHN HUTCHINSON, ein Mann der viele Fossilien gesammelt hatte, daß der hebräische Text, richtig übersetzt, ein vollkommenes philosophisches System bilde, weshalb er und seine Nachfolger sich gegen NEWTONS Lehre der Schwerkraft erklärten.

Nur in Italien ging es besser. Die Italiener machten die Arbeit von BURNET und WHISTON lächerlich, und VALISNERI war der erste der es aussprach, daß die Religion sowohl wie die Wissenschaft, unter der fortwährenden Einnischung der Heiligen Schrift in die wissenschaftlichen Meinungen litten. Neben viel Gutem enthalten seine Schriften aber noch viel Falsches; so gelangte er zu der Auffassung, daß das Meer einst die ganze Erde inundierte und sie während langer Zeit be-

intentions.
of his own
to proceed
on the rap
respectable
the raja,
uld neither
proceedings
dia, who,
th the rap
own power,
e fort, and
ould assist
for which
him five

oops; and
to prevent
om Satara
alarming
ad state of

how Put
l Rao, the
doogaom,
ee, and,
his services
vering the
mitted to

This promise
cret agent of
eedojee Rao
e present at

deckt hätte, nur in dieser Weise konnte er sich die Kontinuität der rezenten marinen Strata, welche in Italien von einem Ende bis zum anderen vorkommen, erklären. Als ob Italien die ganze Welt wäre!

Im Jahre 1740 lenkt MORA die Aufmerksamkeit auf die erhebende Wirkung unterirdischer Kräfte, wie z. B. Erdbeben. Anlaß dazu fand er in der Erscheinung einer neuen Insel im Golfe von Santorin (Mittelmeer) im Jahre 1707. Diese tauchte nach einem Erdbeben auf und wurde alsbald größer, so daß sie in anderthalb Monaten fast eine halbe Meile im Umriß maß und fast 25 Fuß über der Wasserfläche hervorragte. Sie wurde alsbald mit vulkanischen Resten überdeckt, doch bestand bei ihrer Erscheinung aus weißem Fels, mit lebenden Austern und Crustaceen bedeckt. Um die herrschenden Meinungen zu verspotten, nimmt MORO an, daß diese Insel von einigen Naturforschern, denen ihr Entstehen völlig unbekannt ist, besucht wird.

Der erste weist sofort auf die marinen Muschelschalen hin, als ein Beweis für die allgemeine Sintflut;

der zweite sagt, daß sie beweisen, daß das Meer einmal die Berge überdeckt habe;

der dritte betrachtet sie als ein Spiel der Natur;

der vierte sagt, sie seien geboren und wüchsen in den Höhlen der Felsen, in welchen Salzwasser durch die Hitze des unterirdischen Feuers in Dampfform (sic!) geraten sei.

Nur schade, daß er versucht aus seinen richtigen Beobachtungen eine Schöpfungsgeschichte zu destillieren, in welcher wieder von Tagen die Rede ist, aber davon abgesehen bildeten seine Auffassungen einen großen Fortschritt. Die schwächste Stelle in MOROS System findet sich in seinem Versuche die Existenz aller stratifizierten Felsen durch vulkanische Wirkung zu erklären. Er scheint dazu verführt zu sein, durch seine übergroße Neigung die Entstehung der sekundären Gesteine innerhalb einiger weniger Tage, wie es ja die Schöpfungsgeschichte verlangt, plausibel zu machen. Zu diesem Zwecke kann er schwerlich annehmen, daß das Wasser in früheren Epochen der Erdgeschichte eine viel tausendmal größere Kraft besaß als jetzt, und deswegen verwendet er Erdbeben, über deren Kraftproduktion wir noch so wenig wissen, daß es nicht so absurd scheint, sie besonders hoch zu veranschlagen.

BUFFON gelangte 1749 zu der Annahme, daß die Erde ein vulkanisches Zentrum besitze und daß, wie LEIBNITZ behauptete, diese von einem allgemeinen Ozean, welcher sogar die höchsten Berggipfel bedeckt habe, umgeben gewesen sei. Meeresströmungen hätten die horizontalen Strata der Erdschichten gebildet, indem sie hier Boden wegspülten um ihn dort zu deponieren, und hätten tiefe unterseeische Täler ausgegraben. Durch das Eindringen eines Teiles des Wassers in unterirdische Höhlen, senkten sich die Gewässer und entstand trockener Boden.

Im Jahre 1756 teilt LEHMANN, ein deutscher Mineraloge, die Berge in drei Klassen ein:

1. solche, welche bei der Bildung der Erde entstanden, also bevor Tiere und Pflanzen geschaffen wurden;
2. solche, welche durch teilweise Zerstörung der primären Felsen entstanden, infolge einer allgemeinen Revolution;
3. eine Gruppe, welche teils durch partielle Revolution, teils durch NOAHS Sintflut entstanden ist.

FUCHSEL, ein deutscher Mediziner, verbesserte diese Einteilung zwischen 1762 und 1773 bedeutend. Er unterschied scharf zwischen verschiedenen Schichten und erkannte, daß sie verschiedenen Alters sein müßten. Er nimmt an, daß das europäische Festland bis zur Bildung des marinen „Muschelkalks“ vom Meere bedeckt war, aber weist zugleich Zeit darauf hin, daß die Anwesenheit von Landpflanzen in vielen europäischen Ablagerungen zeigt, daß dieses alte Meer von irgend einem Kontinente begrenzt wurde, welcher Kontinent also dort gelegen haben muß, wo sich jetzt der Ozean befindet. Alle sedimentären Gesteine waren ursprünglich horizontal gelagert, die Verwerfungen sind durch spätere Erdbeben verursacht worden.

In FUCHSELS Schriften herrscht das Bestreben, geologische Erscheinungen so viel wie möglich auf natürlichem Wege zu erklären und obgleich gewisse Gedanken recht phantastisch sind, so stimmen seine Meinungen doch im ganzen viel mehr mit den jetzt üblichen überein, als die bald zu besprechenden von WERNER.

Wichtig war im Jahre 1793 PALLAS' Entdeckung von fossilen Knochen, ja sogar von einem mit Haut und Fleisch im Eise Sibiriens erhaltenen Rhinoceros.

Großen Einfluß übte WERNER aus, der 1775 Professor des Bergbaus in Freiburg war. Bis dahin war die Geologie nur als ein interessantes Objekt philosophischer Diskussionen betrachtet worden. WERNER zeigte ihren Nutzen für den Bergbau und von nun an wurde sie für viele ein integrierender Teil ihrer Erziehung und wurde diese Wissenschaft in Europa eifrig und systematisch betrieben.

WERNERS Persönlichkeit zog viele Schüler, auch aus dem Auslande nach Freiburg und so wurden seine Meinungen sehr verbreitet. Er lebte von 1750—1817 und zählte unter seinen Schülern zwei Größen ersten Ranges: ALEXANDER VON HUMBOLDT und LEOPOLD VON BUCH.

WERNER war in erster Linie ein klarer, wie zum Ordnen geschaffener Kopf, etwa in der Weise des LINNAEUS: was dieser für die lebende Natur tat, tat jener für die Mineralogie und Geologie. So wie die häufigsten Pflanzennamen von LINNAEUS herstammen, so wurden die meisten Gesteinsnamen von WERNER vergeben, wie z. B. Granit, Syenit, Basalt, Grauwacke. Nicht daß er diese Namen erfand, manche derselben sind uralt, aber er beschränkte ihre willkürliche Verwendung auf jene Gesteinsarten, welche noch jetzt damit angedeutet werden.

WERNERS Fehler lag, wie Lyell bemerkt, in der Verallgemeinerung seiner im Erzgebirge gewonnenen Erfahrungen auf die geologische Gestaltung der ganzen Welt; es rührt dies daher, daß er nie größere Reisen unternommen hat, ein Mangel für einen jeden Naturforscher, speziell aber für den Geologen.

In seinen Verallgemeinerungen und seinen darauf basierten Spekulationen war WERNER nicht glücklich.

Er unterschied ein Urgebirge aus Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Tonschiefer, Porphyrr etc., als Grundschiefer, auf welcher alle jüngeren Formationen abgelagert seien.

Sämtliche Formationen mit Ausnahme dieser Grundgebirge, sind nach ihm aus dem Wasser, welches die ganze Erdkugel umgab, gleichmäßig abgesetzt, eine nach der anderen, so daß sie um die ganze Erde herum konzentrische Schichten bildeten. Nach dieser Theorie sollten natürlich alle Schichten horizontal liegen, wo dies nun nicht zutrifft, wo im Gegenteil starke Abschütte sich vorfinden, betrachtet er diese

intentions,
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja,
uld neither
proceedings
dia, who,
th the raja
own power,
e fort, and
ould assist
for which
him five

oops; and
to prevent
om Satara
alarming
nd state of

how Put
l Rao, the
doogaom,
tee, and,
his services
vering the
mitted to

This promise
secret agent of
eedojee Rao
re present at

als eine Folge lokaler Einstürzungen! Seine eigene Theorie, daß die Vulkane erst in jüngeren Erdperioden entstanden seien verursachte ihm die größten Schwierigkeiten. Dies zwang ihn den Basalt, welcher sich öfters auf den Gipfeln der höchsten Berge vorfindet, als ein aus Wasser abgesetztes Sediment zu betrachten, und zwar als das jüngste jener Sedimentgesteine, welche einst in ununterbrochenen Schichten die ganze Erde umgaben, eine Basaltschicht, welche erst nach und nach durch zerstörende Einflüsse vernichtet wurde bis auf die wenigen Reste, welche noch jetzt als vereinzelte Kuppen bestehen.

Heutzutage kann sogar einer mit so geringen geologischen Kenntnissen, wie ich, nicht verstehen, wie man je diese Theorie hat verkünden können. Weiter war er gezwungen, ein wiederholtes Steigen und Senken des Wassers über die ganze Erdoberfläche anzunehmen, da alle Gebirge seiner Meinung nach ihre Gestalt der einfressenden Wirkung des Wassers verdanken.

Diese Lehre erhielt den Namen des Neptunismus und wurde von seinen Schülern über die ganze Erde verbreitet.

Gleichzeitig, zum Teil sogar noch etwas vor ihm, traten andere Geologen auf, welche, insofern sie seine Zeitgenossen waren, zwar seine praktische, systematische Arbeitsmethode akzeptierten, aber sich nicht von seinem Neptunismus blenden ließen.

An erster Stelle DE SAUSSURE, welcher aus den steil aufgerichteten, mit Kalksteinen und Schiefer abwechselnden Konglomeraten schloß, daß das ganze Gebiet des Montblanc durch unterirdische Gewalten heraufgehoben sei, wodurch diese Schichten zerrissen und ausgetrieben wurden, welcher Vorgang nicht mit WERNERS Hypothese einer ruhigen Entwicklung in Einklang zu bringen war.

Selbstverständlich war es die Basalthypothese, welche zuerst bestritten wurde, in Deutschland zunächst von VOIGT, einem praktischen Thüringer Geologen. Als bald wurde diese Frage auf der ganzen Welt diskutiert, und bald darauf wurde sie, zumal infolge des Einflusses des schottischen Geologen HUTTON allgemeiner gestellt, nämlich ob ein großer Teil der Gesteine und zwar der Massengesteine und die kristallinen Schiefer durch das Wasser oder durch das Feuer entstanden seien.

So entbrannte jener bittere Streit zwischen den Neptunisten und den Vulkanisten.

Beide waren durch ihre Verallgemeinerung im Unrecht. Ein Vorteil der HUTTONSchen Theorie lag in der Annahme sehr langer geologischer Perioden und in der Auffassung der massiven Gesteine als Gerinnungsprodukte.

Der übrigens unerquickliche Streit hatte wenigstens diesen Vorteil, daß die wahre Natur des Basalts, sein vulkanischer Ursprung erkannt wurde.

Es schien inzwischen, als ob dieser Streit der ganzen Geologie verderblich werden sollte, bis viele Geologen einsahen, daß man mit dem Theoretisieren aufhören und die Natur selbst befragen müsse. So wurde z. B. 1807 in England die Geological Society gegründet mit dem Zwecke, aller Meinungsverschiedenheiten ungeachtet, sich dem Studium der Geologie in der Natur zu widmen.

Höchst Wichtiges wurde in dieser Periode in England von WILLIAM SMITH, keinem Gelehrten, sondern einem spontanen Genie, geleistet. Als junger Mann von 26 Jahren entdeckte er bereits 1795, daß die

Schichten der stratifizierten Gesteine eine nach der anderen auf dem Boden des Meeres abgesetzt sind, und daß jede derselben die versteinerten Reste der während ihrer Bildung lebenden Tiere enthält; daß jede Schicht überdies ihr eigentümliche Fossilien enthält, wodurch man sie in zweifelhaften Fällen an weit entlegenen Stellen identifizieren kann.

In dieser Weise gelang es ihm, die ganze Reihenfolge der englischen geschichteten Gesteine von der Steinkohlenperiode bis zur Kreide in eine Anzahl von Horizonten einzuteilen, welche in verschiedenen Teilen dieses Landes mit den verschiedenen Versteinerungen und in der gleichen Reihenfolge zurückkehren. SMITH kannte selbst nur wenige Fossilien; zwei seiner Freunde, RICHARDSON und TOWNSEND bestimmten seine Funde. Noch immer sah der Entdecker nicht die große Wichtigkeit seiner Schlußfolgerungen ein und fast zufälligerweise schlug einer seiner Freunde nach Tisch vor, die Sukzession der Schichten einmal zu Papier zu setzen. Man ging sofort an die Arbeit und SMITH diktierte eine kurze Tabelle, welche die lokalen Namen von 23 aufeinander folgenden Schichten, deren mittlere Dicke, die Leitfossilien, die Art des Gesteines und die wichtigsten Fundorte enthielt. Diese Tabelle wurde nicht gedruckt, sondern viele Male abgeschrieben und verbreitet, und hatte großen Einfluß auf die geologischen Auffassungen und Arbeitsmethoden. Erst nach 20 Jahren ging SMITH zur Publikation seiner Resultate über. Bereits früher war seine große geologische Karte von England erschienen, deren Zusammenstellung er sein ganzes Vermögen zum Opfer gebracht hatte; sie bildet ein unvergängliches Monument seines gewaltigen Könnens und Wollens.

Was SMITH für England tat, taten BROGNIART und CUVIER in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts für das Pariser Becken. Ihre Resultate hatten aber ein viel größeres unmittelbares Ergebnis, da die Fossilien Hand in Hand mit ihren stratigraphischen Untersuchungen in ausgezeichneter Weise von ihnen bearbeitet wurden.

Hier zeigte CUVIER zum ersten Male, was man bei konsequenter wissenschaftlicher Methode der Paläontologie abzwängen kann, so daß er mit Recht als der Grundleger dieser Wissenschaft betrachtet werden kann.

Er zeigte, in unwiderlegbarer Weise, daß die meisten fossilen Formen ausgestorbenen Geschlechtern und Arten angehören und stellte eine ganze Welt verschwundener Tiere aus ihren Überresten zusammen.

Dennoch war die direkte Folge seiner Untersuchungen eine gänzlich falsche Auffassung der Erdgeschichte.

CUVIER leitete aus seinen Untersuchungen eine weittragende Theorie über die Verbreitung der Tiere, in früheren Erdperioden ab, welche später als vollkommen verfehlt erkannt wurde.

Von der gewonnenen Erfahrung ausgehend, daß jede Schicht ihre eigenen Fossilien enthält, und daß die Differenzen zwischen diesen einzelnen fossilen Faunen ebenso groß sind wie zwischen den jüngsten Fossilien und den jetzt lebenden Organismen, nahm er an, daß die Fauna und Flora am Ende einer jeden Periode durch gewaltige Umwälzungen vernichtet worden seien, durch viel gewaltigere Kräfte als jene, welche jetzt an der Umgestaltung der Erde arbeiten. Eine Reihe solcher Katastrophen, und eine diesen entsprechende Anzahl neuer Schöpfungen fand nach ihm, während der Entwicklung der Erde statt, bis nach der letzten dieser Kalamitäten das Auftreten der Menschen und der rezenten Tiere und Pflanzen erfolgte.

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja,
uld neither
proceedings
dia, who,
th the raja
own power,
e fort, and
ould assist
for which
him five

troops; and
to prevent
om Satara
e alarming
nd state of

how Put-
l Rao, the
doogaom,
ree, and
his services
overing the
mitted to

This promise
ecret agent of
eedojee Rao
e present at

Diese Katastrophenlehre, nach CUVIER allgemein akzeptiert, wurde nun hauptsächlich von LYELL endgültig aus dem Wege geschafft.

LYELL fängt an mit der Untersuchung, welche Vorurteile der Entwicklung der Geologie entgegengewirkt haben. Aus dem betreffenden Kapitel will ich ganze Stücke für Sie übersetzen, da seine Auseinandersetzung besonders klar ist.

Wenn wir, fängt er an, über die Geschichte der Geologie nachdenken, entdecken wir eine große Veränderung der Meinungen in bezug auf die Natur der Ursachen, welche in früheren Erdperioden Veränderungen der Erdoberfläche hervorgebracht haben.

Die ersten Beobachter meinten, daß die Monumente, welche der Geologe zu entziffern sucht, zum ursprünglichen Zustande der Erde gehören oder zu einer Periode, als Ursachen wirkten, sowohl der Art wie dem Grade nach verschieden von denen, welche jetzt in der Natur herrschen.

Diese Meinungen wurden nach und nach modifiziert, und viele gänzlich verlassen, in dem Maße, daß die Beobachtungen sich häuften, und die Zeichen früherer Mutationen richtiger gelesen wurden.

Viele Erscheinungen, welche seit lange, als ein Beweis für mysteriöse und außergewöhnlich heftige Wirkung betrachtet wurden, wurden schließlich erkannt als die notwendige Folge der gleichen Gesetze, welche jetzt die materielle Welt regieren, und die Entdeckung dieser unerwarteten Konformität hat schließlich einige Philosophen dazu gebracht, anzunehmen, daß während der ganzen geologischen Zeit, nie eine Unterbrechung der Wirkung derjenigen Naturgesetzen, welche noch jetzt herrschen, stattgefunden hat. Die gleiche Art allgemeiner Ursachen kann nach ihnen genügt haben, durch verschiedene Kombination, jene endlose Verschiedenheit der Resultate hervorzubringen, welche uns die Konstitution der Erdrinde verrät, und in Übereinstimmung mit diesen Prinzipien nehmen sie an, daß analoge Veränderungen mit der Zeit wieder auftreten werden.

Ob wir diese Auffassung akzeptieren oder nicht, so müssen wir doch zugeben, daß die stufenweise Verbesserung unserer Ansichten in bezug auf die Reihenfolge der Erscheinungen in sehr alten Zeiten eine merkwürdige Übereinstimmung zeigt, mit der Zunahme des Verständnisses eines jeden Volkes für die Wirkung der Natur in der Zeit seines Daseins.

Auf einer niedrigen Entwicklungsstufe, wenn noch viele Naturerscheinungen unverständlich sind, werden eine Sonnenfinsternis, ein Erdbeben, eine Überschwemmung oder die Annäherung eines Kometen, sowie viele sonstige Erscheinungen, welche man später als ganz natürlich betrachten lernt, für Wunder angesehen.

In bezug auf moralische Erscheinungen herrscht die gleiche Delusion, vieles wird dem Einflusse von Teufeln, Geistern, Hexen und sonstigen immateriellen und übernatürlichen Ursachen zugeschrieben. Nach und nach wird vieles bisher Rätselhaftes der sittlichen und physischen Welt erklärt und es stellt sich heraus daß diese Erscheinungen keineswegs das Resultat extrinsiver und unregelmäßiger Ursachen sind, sondern fester und unveränderlicher Gesetze. Der Philosoph endlich, wird überzeugt von der unveränderlichen Uniformität der sekundären Ursachen und von seinem Glauben an dieses Prinzip geleitet, bestimmt er den Wahrscheinlichkeitsgrad von Überlieferungen und verwirft öfters fabelhafte Erzählungen aus früheren Zeiten auf Grund ihrer Unvereinbarkeit mit der Erfahrung in aufgeklärteren Zeiten.

Da man lange, allgemein, glaubte, daß die Ursachen, welche die Erdkruste umbilden in früheren geologischen Perioden ganz anderer Art gewesen seien, als die welche jetzt daran arbeiten, und da diese Meinung sogar bei denen herrschte welche von der der Kontinuität der Ordnung in der Natur während der letzten Jahrtausende, überzeugt waren, verdient jeder Umstand der ihre Auffassungen beeinflusst haben mag, die vollste Beachtung.

Selbstverständlich war es für die Geologen, solange sie der irrigen Meinung huldigten, daß die Erde nur einige wenige Jahrtausende alt sei, unmöglich zu der Auffassung eines regelmäßigen Verlaufs der Erdgeschichte zu gelangen. Wie phantastisch gewisse Meinungen des 16. Jahrhunderts uns auch vorkommen mögen — talentvollen und ruhig denkenden Männern unwürdig — so dürfen wir doch nicht vergessen, daß, falls der Glaube an eine nur wenige Jahrtausende alte Erde noch jetzt herrschte, man kaum zu anderen Schlußfolgerungen gelangen könnte.

Nehmen wir z. B. einmal an, daß CHAMPOLLION und die französischen und toskanischen Gelehrten bei ihrer Untersuchung der ägyptischen Antiquitäten, in Ägypten gelandet wären mit der festen Überzeugung daß die Ufer des Nils vor dem Anfang des 19. Jahrhunderts nie bewohnt gewesen wären und daß ihr Glaube in dieses Dogma ebenso schwer zu zerrütten gewesen wäre, wie der unserer Ahnen hinsichtlich der Auffassung, daß die Erde vor der Schöpfung der rezenten Lebewesen, nie von Tieren und Pflanzen bevölkert gewesen sei, so ist es leicht einzusehen, welche extravaganten Hypothesen sie erfunden haben würden um die Existenz der aufgefundenen ägyptischen Monumente zu erklären.

Der Anblick der Pyramiden, der Obeliskten, der kolossalen Statuen und der Ruinen der Tempel würde sie dermaßen in Erstaunen versetzt haben, daß sie einige Zeit ruhiger Erwägung unfähig gewesen sein würden. Zunächst würden sie sich höchst wahrscheinlich versucht gefühlt haben die Konstruktion solcher staunenswerten Monumente überirdischen Mächten einer ursprünglichen Welt zuzuschreiben. Vielleicht wäre eine, ähnliche Hypothese aufgeworfen worden wie die von MANETHO, der vollen Ernstes lehrte, daß ursprünglich eine Götterdynastie in Ägypten geherrscht habe, von welcher Vulkan, der erste Monarch 9000 Jahre regiert habe. Seine Nachfolger seien Herkules und andere Halbgötter gewesen, welche schließlich ihre Macht menschlichen Königen übertragen hätten.

Nachdem einige phantastische Spekulationen obiger Art, sich bei ihnen eingeschmeichelt hätten, würde irgend eine mumien erfüllte Höhle entdeckt worden sein, wodurch die Untersucher selber sofort ernüchtert worden wären, wodurch aber die Vorurteile anderer, welche keine Augenzeugen dieses Fundes gewesen, keineswegs umgestoßen worden wären. Die übereinstimmenden Nachrichten vieler Reisenden würden sie gezwungen haben ihre alten Theorien den neuen Tatsachen anzupassen, und viel Scharfsinn und Erfindungsgabe würde zur Modifikation und Verteidigung ihres alten Standpunktes verwendet worden sein. Jeder neue Fund in Ägypten würde einer neuen Anzahl bekannter Analogien Gewalt angetan haben, denn wenn eine Theorie einmal gezwungen wird irgend ein falsches Prinzip zu umfassen, so wird sie mehr und mehr phantastisch; man denke nur was geschehen würde, wenn man sich gedrungen fühlte ein astronomisches System auszudenken, das sich basierte auf die Voraussetzung der Unbeweglichkeit der Erde.

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
uld neither
proceedings
ndia, who,
th the raja
own power,
e fort, and
ould assist
for which
him five

oops; and
to prevent
om Satara
e alarming
nd state of

how Put
d Rao, the
doogaom,
ee, and,
his services
vering the
mitted to

This promise
ecret agent of
eedojee Rao
e present at

Unter vielen anderen Vermutungen hinsichtlich der ägyptischen Geschichte dürfte folgende einen Platz gefunden haben:

Da die Ufer des Nils erst vor kurzem kolonisiert wurden, können die eigentümlichen Objekte, welche man Mumien nennt, unmöglich Menschen gewesen sein.

Vielleicht sind sie durch irgend ein plastisches Prinzip im Innern der Erde entstanden oder Abortionen von der Natur, in ihren ersten Schöpfungsversuchen hervorgebracht. Denn wenn auch jetzt noch Mißbildungen geboren werden, trotz der vollen Entwicklung der Welt, so wäre es doch sehr begreiflich, daß sie früher in viel größerer Zahl entstanden sein müßten als der Planet selber sich noch im embryonalen Stadium befand. Aber da dies unvereinbar wäre mit der Vollkommenheit der Gottheit, und da diese Mumien in allen ihren Teilen menschlichen Wesen gleichen, müssen wir uns lieber fragen, ob sie nicht eher der Zukunft als der Vergangenheit angehören. Blicken wir vielleicht in die Gebärmutter der Natur statt in ihr Grab? Sind diese Puppen vielleicht, wie die Geister der Ungeborenen in Virgils Elysium, die Archetypen noch ungeschaffener Menschenarten?

Derartige Spekulationen, von berühmten Autoren aufgestellt, würden entschieden viele Anhänger gefunden haben, da sie die Menschen für das peinliche Aufgeben vorgefaßter Meinungen behütet haben würden.

Wie unglaublich eine derartige Skepsis auch scheinen mag, so kommen viele Theorien des 16. und 17. Jahrhunderts ihr gleich, wie z. B. die Ansicht FALLOPIAS, welcher fossile Elefantenzähne als irdische Konkretionen und römische Vasen als natürliche Objekte statt als menschliche Arbeit betrachtete.

Und dieses richtet sich nur noch gegen eines der vielen Vorurteile mit welchen die Geologen zu kämpfen hatten. Nachdem sie erkannt hatten, daß die Welt viel früher mit lebenden Wesen bevölkert war, als man bis dahin für möglich gehalten hatte, fehlte ihnen noch jedes Verständnis für die wirkliche Länge geologischer Perioden. Wie verderblich die Vernachlässigung dieses Faktors sein mußte, mag aus folgender Vergleichung hervorgehen.

Gesetzt den Fall, jemand läse die Annalen der zivilen und militärischen Ereignisse eines großen Volkes, unter der Voraussetzung, daß diese sich statt in 2000 in 150 Jahren abgespielt hätten.

Eine derartige „Geschichte“ würde einem unmöglichen Roman gleichen, die Ereignisse würden uns unglaublich vorkommen, und mit dem gegenwärtigen Verlauf menschlicher Angelegenheiten unvereinbar sein.

Man würde meinen, daß Armeen und Flotten nur gebildet worden seien, um vernichtet zu werden, Städte gebaut, um einzustürzen.

Die plötzlichsten Übergänge von Krieg zum Frieden würden stattfinden und die in beiden Perioden vernichtete Arbeit würde übermenschlich erscheinen.

Wer die Ereignisse der Erdgeschichte unter dem Einfluß einer derartigen Wahnvorstellung studiert, muß sich ein nicht weniger chargiertes Bild von der Kraft und der Gewalt der wirkenden Ursachen machen und muß auf die gleichen unüberwindlichen Schwierigkeiten stoßen, wenn er versucht, frühere und rezente Perioden miteinander zu vergleichen.

Wenn wir auf einmal alle Vulkane, welche während der letzten 5000 Jahre in Island, Italien, Sizilien und anderen Teilen von Europa entstanden sind, die während jener Periode ausgeworfenen Lavamassen,

die durch Erdbeben verursachten Erschütterungen, Einsenkungen und Erhebungen, die vielen den Deltas zugefügten oder vom Meere verschluckten Erdmassen übersehen könnten und uns dann einbildeten, dies alles sei in einem Jahre geschehen, so müßten wir sehr übertriebene Vorstellungen von der Wirksamkeit der Ursachen erhalten und den Eindruck von plötzlichen Katastrophen bekommen.

Da also die Geologen die Zeichen einer Reihe geologischer Ereignisse falsch lasen, und meinten, daß Jahrhunderte verursachten, was in der Tat in vielen Jahrtausenden geschehen war, und Tausende von Jahren vermuteten, wo die Natur deren Millionen verwendet hatte, konnten sie, auf einer so falschen Basis logisch weiter argumentierend, zu keiner anderen Schlußfolgerung als zu der Annahme plötzlicher Katastrophen gelangen.

Es ist nun LYELLS unsterbliches Verdienst mittels eigener Beobachtungen nachgewiesen zu haben, daß die jetzt noch an der Umgestaltung der Erde arbeitenden Kräfte genügt haben um, die lange Dauer der geologischen Perioden vorausgesetzt, die Erdgeschichte zu erklären und man also keinen Grund hat, die allmähliche Entwicklung unterbrechende Katastrophen anzunehmen.

Damit gab er DARWIN zwei mächtige Waffen in die Hand: ununterbrochenen Entwicklungsgang vom Anfang der Erdgeschichte bis auf heute und sehr lange Zeit.

Hätten DARWIN diese Waffen nicht zur Disposition gestanden, hätte er mit einer von Kataklysmen unterbrochenen Erdgeschichte von 1000 Jahren rechnen müssen oder sogar nur mit einer, erst vor 6000 Jahren stattgefundenen Sintflut, welche alles Lebendige vernichtete, so hätte er nie seine Evolutionslehre ausdenken können.

Aber das Ausdenken einer Lehre genügt noch nicht, dies kann eine Aussaat ohne Ernte sein; daß DARWIN verhältnismäßig früh erntete, daß seine Lehre auf dem europäischen Festlande viel schneller durchdrang als man a priori hätte erwarten können, lag an der Arbeit des berühmten Botanikers WILHELM HOFMEISTER. Es wäre eine schwere Aufgabe gewesen, Ihnen den Einfluß dieses großen Forschers zu skizzieren, falls nicht PFITZER im Jahre 1903 dessen Verdiensten in kritischer und klarer Weise in der Serie „Heidelberger Professoren aus dem neunzehnten Jahrhundert“ gehuldigt hätte.

An seiner Hand, glaube ich Ihnen einen Einblick in dieses außerordentlich arbeitsame Leben eröffnen zu können.

WILHELM FRIEDRICH BENEDICT HOFMEISTER wurde am 18. Mai 1824 zu Heidelberg geboren. Sein Vater, der Buchhändler Friedrich Hofmeister interessierte sich für Botanik, besaß ein großes selbst-gesammeltes Herbar und es war sogar ein großer Teil seines Gartens als botanischer Garten angelegt, wo er auf langen Beeten zahlreiche Pflanzen, systematisch angeordnet, kultivierte.

Unser HOFMEISTER besuchte eine Privatschule, welche er kaum 15 Jahre alt, 1839 verließ. Schon damals liebte er die Naturwissenschaft, aber trotz des Einflusses seines Vaters nicht die Botanik sondern die Entomologie. Er sammelte Schmetterlinge und Käfer, zog Raupen groß und war ein eifriger Sammler. In diesem Jahre ging er, als Volontär in einer Musikalienhandlung nach Hamburg; da gefiel es ihm zunächst schlecht, doch bald wußte er, wie aus folgendem Auszug aus einem Briefe an seine Schwester hervorgeht, sich geistig zu beschäftigen:

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja,
ld neither
proceedings
dia, who,
th the raja
own power,
e fort, and
ould assist
for which
him five

oops; and
to prevent
om Satara
e alarming
ad state of

how Put
J Rao, the
doogaom,
ee, and
his services
vering the
mitted to

This promise
ecret agent of
eedojee Rao
re present at

„Ich studiere jetzt auf Mord, um mir die Grillen zu vertreiben, hauptsächlich um früher Gelerntes nicht zu vergessen. Physik und Chemie, Algebra und Trigonometrie, Geographie und Stereometrie und Gott weiß was sonst noch, wird vorgenommen und repitiert; das amüsiert mich dann recht gut. Lektüre eines guten Buches und Musik bringen bisweilen Abwechslung hinein.“

Ostern 1841 kehrte WILHELM nach Leipzig zurück um in dem Geschäft seines Vaters die fremdsprachliche Korrespondenz zu führen. Da ihm diese Arbeit viel freie Zeit ließ, vertiefte er sich mit dem später berühmten Orchideenkenner REICHENBACH in botanische Studien, wozu er sich zumal durch die Lektüre der 1842 erschienenen SCHLEIDENSCHEN „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik“ hingezogen fühlte.

Inzwischen war HOFMEISTER in hohem Grade kurzsichtig geworden, eine sonst unangenehme Eigenschaft, welche ihm aber beim Präparieren kleiner Gegenstände von hohem Nutzen war. Wer weiß, welchen Einfluß dieser Gesichtsfehler auf die Wahl seines Arbeitsgebietes, der Entwicklungsgeschichte, gehabt hat.

Im Jahre 1847 verheiratete HOFMEISTER sich mit Agnes Lurgenstein, welche ihm so lang sie lebte eine treue Stütze gewesen ist.

Schon 1847 erschien seine erste botanische Publikation und 1849, im Alter von 25 Jahren veröffentlichte er sein epochemachendes Werk über die embryologischen Blütenpflanzen. Dieses Werk hatte eine solche Bedeutung, daß er am 27. Januar 1851 von der Universität Rostock zum Doktor honoris causa promoviert wurde, bald nachher wurde er Mitglied der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Im selben Jahr erschien sein weltberühmtes Buch: Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung der höheren Kryptogamen und Coniferen. Dieses im Alter von kaum 27 Jahren geschriebene Werk gehört zu den hervorragendsten Leistungen der botanischen Literatur.

Im Jahre 1855 publizierte er weitere Studien über die Befruchtung der Phanerogamen, wodurch die Unrichtigkeit der SCHLEIDENSCHEN Befruchtungstheorie, welche 10 Jahre lang den Fortschritt gehemmt hatte, nachgewiesen wurde.

Auch seine umfangreichen späteren Untersuchungen über diesen Gegenstand, seine cytologischen Untersuchungen und speziell seine wichtigen physiologischen Versuche hinsichtlich der Wasserbewegung und über Krümmungen saftreicher Pflanzenorgane infolge von Erschütterungen fallen in die Zeit seines Leipziger Aufenthalts.

Solche umfangreiche Arbeiten verlangen aber viel Zeit und noch immer ruhen auf ihm die Sorgen für sein Geschäft, seine Freunde fürchteten denn auch mit Recht, daß er sich überanstrengen würde.

Höchst eigentümlich war seine Ernennung zum Professor. Im Jahre 1854 war der Heidelberger Professor der Botanik BISCHOFF gestorben. Zu seinem Nachfolger hatte die Fakultät den großen HUGO VON MOHL auserkoren, dem wir, um nur eins zu nennen, den Namen und den Begriff Protoplasma verdanken.

Geldmangel machte aber seine Berufung unmöglich, so daß JOHANN SCHMIDT provisorisch für ihn eintrat.

Im Jahre 1861 machte die Fakultät neue Vorschläge wobei ANTON DE BARY und ROBERT CASPARY empfohlen wurden, aber wieder konnte keine Berufung stattfinden.

Am 15. Mai 1863 richtete nun die Regierung an die Fakultät die Frage, ob sie bei ihren Vorschlägen verharrete und verlangte zu

gleicher Zeit die Meinung derselben über den Privatgelehrten Dr. WILHELM HOFMEISTER mit der folgenden Motivierung: „Er wird uns als einer der ersten Botaniker in Deutschland, als ein Mann von genialer Begabung, größter Arbeitskraft und vortrefflicher Darstellungsgabe bezeichnet, der sich jetzt erstmals geneigt zeige eine akademische Lehrstelle anzunehmen, aber auch bereits eine Berufung nach Hamburg in sicherer Aussicht habe.“

Ein Wink mit dem Zaunpfahle.

Während die Fakultät noch beratete, wurde sie am 5. Juni 1863 mit der Ernennung HOFMEISTERS zum Professor und Direktor des botanischen Gartens überrascht und konnte nur noch antworten, daß „ihr Gutachten jetzt gegenstandslos sei“.

Das Laboratorium war klein, aber nicht von der Größe und von der Einrichtung eines Laboratoriums hängt die verrichtete Arbeit ab, sondern von der Persönlichkeit des Leiters.

Wie HOFMEISTER von seinen Studenten verehrt wurde, mag aus PFITZERS Lebensbericht, der ja selber einer seiner Schüler war, hervorgehen.

„Aber mit welchem Eifer ist in diesem einen Raume nicht nur anatomisch, sondern auch experimentalphysiologisch gearbeitet worden, HOFMEISTER selbst war den ganzen Tag im Laboratorium, immer bereit zu helfen, wenn die eigene Kraft des Schülers nicht ausreichte. Und wie haben wir ihn alle verehrt, den kleinen beweglichen Mann mit der dunklen Hautfarbe, den lebhaften Augen und den schnellen Bewegungen eines Südfranzosen, dem vornehmen Charakter, dem liebenswürdigen Humor und der fabelhaften Geschicklichkeit im Präparieren. Was wir kaum sahen, nahm er wie selbstverständlich zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand; machte bei dicht daran gedrücktem Gesicht ein halbes Dutzend Schnitte daraus, suchte den besten aus, und wußte ihm mit der Präpariernadel noch in der mannigfaltigsten Weise nachzuhelfen.“

Wie oft hat er alte Präparate aufgemacht, an der Grenze des Sichtbaren liegende Dinge herausgenommen, sauber abgeputzt und ohne Verlust wieder eingeschlossen. — — — Wir älteren Schüler durften HOFMEISTER auch oft auf seinen Spaziergängen in die herrliche Umgebung Heidelbergs begleiten — er war ein vortrefflicher Kenner der Kryptogamen und außerdem bei solchen Wanderungen besonders anregend. Sein sehr entwickelter Ortssinn half ihm dabei die Kurzsichtigkeit überwinden; wenn er an der richtigen Stelle war, kniete er plötzlich irgendwo nieder und hatte in der Regel auch das Gesuchte.

In seiner Heidelberger Zeit publizierte er weitere Studien über Moose, Plasmabewegung und seine beiden größten Bücher: die Lehre der Pflanzenzelle (1866) und die allgemeine Morphologie (1868). Zugleich übernahm er die Redaktion des Handbuches der Botanik, das er mit DE BARY, IRMISCH und SACHS herausgab.

Während HOFMEISTERS Leben bis jetzt außerordentlich glücklich gewesen war, fing jetzt die recht unglückliche Periode, welche leider bis an sein Lebensende dauerte an. Im Jahre 1870 starb seine Frau, 1871 an seinem Geburtstage sein jüngstes Töchterchen, beide an Tuberkulose und bereits waren Zeichen vorhanden, daß auch die älteren Kinder nicht alle gesund waren.

Überdies teilten damals allerlei Streitigkeiten die Heidelberger Professoren in zwei Parteien und da HOFMEISTER sich nicht scheute

intentions
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
uld neither
proceedings
dia, who
th the raja
own power
e fort, and
ould assist
for which
him five

oops; and
to prevent
om Satara
e alarming
nd state of

how Put
I Rao, the
doogaom,
ace, and
his services
owering the
mitted to

This promise
ecret agent of
eedojee Rao
re present at

seine Meinung auszusprechen, kam es zu manchem unangenehmen Disput; er wurde dadurch veranlaßt die Berufung als Nachfolger HUGO VON MOHLs nach Tübingen anzunehmen. Hier war u. a. GOEBEL einer seiner Schüler. Im Jahre 1875 fiel der bereits lang erwartete Schlag, seine beiden Söhne, 23 und 25 Jahre alt, starben zu Cannes an der Tuberkulose. Dies war mehr als er ertragen konnte, 1876 erlitt er einen Schlaganfall, an dessen Folgen er am 12. Januar 1877, kaum 53 Jahre alt, starb.

Mit Recht sagt PFITZER:

„So sonnig der Anfang dieses reichen Lebens war, so düster ist sein Schluß; aber jeder dem es vergönnt war WILHELM HOFMEISTER näher zu treten, wird des Menschen und des Forschers in Dankbarkeit und Verehrung gedenken. Das tun auch diejenigen, welche ihn zwar nicht gekannt aber seine Arbeiten haben würdigen lernen!“

Erlauben Sie mir jetzt Ihnen, an der Hand PFITZERS eine Idee von HOFMEISTERS Arbeit zu geben, insofern sie eine Stütze, ja ich möchte sagen ein Beweis für die Evolutionstheorie wurde.

Die Hauptfrage, welche die Botaniker um 1840 herum beschäftigte war die Befruchtung der Phanerogamen. Nachdem AMICI 1823 entdeckt hatte, daß auf die Narbe geratenes Pollen einen dünnen Schlauch bildet, den er selber, BROGNIART und BROWN zwischen 1830 und 1833 bis zu seinem Eintritt in die Mikropyle der Eichen verfolgen konnte, war die Frage, woraus sich nun der Embryo entwickelte.

HORKEL, SCHLEIDEN und SCHACHT meinten, daß der Pollenschlauch in den Embryosack eindringe und hier an seinem Ende das junge Pflänzchen bilde. Der Embryosack sei demnach nur ein Brutofen für das Pollen. AMICI hatte aber bereits 1842 behauptet, daß der Keim der Pflanze im Embryosack entstehe und erst nachträglich vom Pollenschlauch zur Entwicklung gereizt und im strengen Sinne befruchtet werde und es gelang ihm 1846 die Anwesenheit des Eis der Blütenpflanzen, bei den Orchideen, im Embryosack nachzuweisen, bevor der Pollenschlauch diesen erreicht hatte. Außerdem zeigte er, daß der Embryo sich aus diesem Ei entwickelt.

v. MOHL übersetzte 1847 AMICIS Artikel und räumte ihm einen Platz in der Botanischen Zeitung ein, während er selber die Anwesenheit dreier plasmatischer Zellen in dem oberen Teile des Embryosacks nachwies, von welchen dreien eine den Embryo liefert.

Im Jahre 1847 beschreibt HOFMEISTER die Entwicklung des Embryosacks und die Befruchtung bei *Godetia*, *Boisduvalia* und *Oenothera*. Er sah, daß im Embryosack freie Kerne auftreten, bevor Ei und Synergiden gebildet werden, er läßt aber das Ei aus einer Synergide hervorgehen und die andere sich bisweilen in zwei Zellen teilen. Obgleich HOFMEISTER Ei und Synergiden für vermutlich gleichwertige Bildungen hält, behauptet er doch, bei *Oenothera* nie mehr als ein Embryo gesehen zu haben, so daß die nicht befruchteten Keimbläschen, deren Synergidennatur wir jetzt erkannt haben, absterben. Auch der zentrale, oder wie wir jetzt wissen, der sekundäre Embryosackkern wurde bereits 1847 von HOFMEISTER gesehen.

Er behauptet weiter, daß die Membran des Pollenschlauches nicht perforiert werde, so daß die Befruchtung mittels Osmose stattfinden müsse. Diese Auffassung blieb die herrschende, bis STRASBURGER die echte Befruchtung entdeckte.

Am Embryo beschreibt HOFMEISTER den Embryoträger und den eigentlichen Embryo, die Embryokugel sowie die Oktantenteilung der letzteren.

Er widerspricht SCHLEIDENS Meinung aufs entschiedenste. Nachdem KNORZ im Jahre 1848 SCHLEIDENS Theorie auf Grund eigener Untersuchungen an Euphorbia und Orchis verteidigt hatte, erschien 1849 die epochemachende große Publikation HOFMEISTERS auf dem Gebiete der Embryologie, welche er HUGO v. MOHL widmete. Bei 40, zu 19 Familien gehörigen Pflanzenarten, wird die Entwicklung des Eichens, und des Embryosacks, sowie die Befruchtung und die Embryobildung beschrieben. Er hält es für unmöglich, daß Substanz aus dem Pollenschlauch in die Eizelle tritt. Auch die Antipoden hat er gesehen und meint, daß sie die Nahrung für den jungen Embryo bereiten. Überdies sah er die freien Kerne an beiden Seiten des Embryosacks, läßt sie aber das eine Mal vor, das andere Mal gleichzeitig mit dem zentralen Nucleus entstehen.

Die Bildung des Endosperms wurde gleichfalls von ihm beobachtet.

HOFMEISTER beschrieb also, wie wir sahen, die Entwicklung des Embryos aus der Eizelle in vollkommen richtiger Weise. SCHACHT macht, sofort nach dem Erscheinen der HOFMEISTERSchen Untersuchungen das botanische Publikum auf den Umstand aufmerksam, daß Lathraea squamaria alsbald blühen würde, und daß man sich an dieser Pflanze unschwer von der Richtigkeit der SCHLEIDENSchen Auffassung überzeugen könne, indem man in klarer Weise die Bildung des Embryos aus der Spitze des Pollenschlauches verfolgen könne. TULASNE stimmt HOFMEISTER bei und vertritt die Meinung, daß man sich gerade bei Lathraea leicht täuschen kann, indem man den dünnen fadenförmigen Embryoträger für den Pollenschlauch halten kann.

Anfang 1851 erscheint dann die bekannte Schrift SCHACHTS, welche von dem Königlichen Niederländischen Institut der Wissenschaften preisgekrönt wurde, in welcher er SCHLEIDENS Meinung verteidigt und sie durch eine Reihe schöner Abbildungen, welchen nach MOHL nichts als die Wahrheit fehlt, zu beweisen sucht.

Der Streit dauerte noch bis 1854 fort, in welchem Jahre die Pollinisten durch die Arbeit DEECKES eine neue Stütze für ihre Auffassung erhielten. Dieser erhielt nämlich ein Präparat, bei welchem ihm die Kontinuität von Pollenschlauch und Embryo außer allem Zweifel zu stehen schien. „Dieses Präparat, schreibt DEECKE, würde allein genügen die SCHLEIDEN-SCHACHTsche Befruchtungslehre als unumstößliche Tatsache festzustellen“ und SCHACHT ruft 1855 aus, daß dieses Präparat „die Gegner dieser Ansicht für immer zum Schweigen verurteilt“.

HOFMEISTER aber widerlegt dies in ruhiger Weise; v. MOHL, TULASNE und UNGER schließen sich ihm an, und 1856 wird der Streit in seinem Vorteile von RADLKOFER entschieden, der einzige von ihnen, welcher noch jetzt, in hohem Alter in München arbeitet, und der zu gleicher Zeit diesen großen Fortschritt machte, daß er die Befruchtung nicht mittels Osmose, stattfinden läßt, sondern vermutet, daß Substanz aus dem Pollenschlauch in die Eizelle eintritt und daß diese Substanz das Analogon der Spermatozoiden der Gefäßkryptogamen sei.

SCHACHT gesteht nun seinen Irrtum unumwunden ein, so daß HOFMEISTER glänzend aus dem Streite austritt.

Ich habe Ihnen die Einzelheiten dieser Geschichte mitgeteilt um Ihnen zu zeigen wie eine einfache Tatsache, welche jetzt von jedem

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja,
ld neither
proceedings
dia, who,
th the raja
own power,
e fort, and
ould assist
for which
him five

roops; and
to prevent
om Satara
e alarming
nd state of

how Put
d Rao, the
doogaom,
ee, and
his services
vering the
mitted to

This promise
ecret agent of
eedojee Rao
re present at

Studierenden leicht gesehen wird, die Kräfte der geschicktesten Forscher viele Jahre in Anspruch genommen hat.

Dürfen wir daraus den Schluß ziehen, daß der Student jetzt im Durchschnitt so viel gescheiter sei als jene Männer? Keiner von Ihnen, und keiner von Ihren Lehrern, möchte das behaupten. Es zeigt nur, wie äußerst schwierig richtige Beobachtung ist, wenn man nicht weiß, was man sehen soll, und wie leicht man sich einbildet eine Sache zu sehen wenn man wohl weiß was man sehen muß. Daher muß der akademische Unterricht bezwecken Sie selbstständig beobachten zu lernen, und darin liegt der Grund, daß diejenigen von Ihnen welche bei mir praktisch arbeiten öfters so unbefriedigende Antworten erhalten, wenn sie mich fragen was sie sehen sollen. Ich halte diesen Punkt für so äußerst wichtig, daß ich diese Gelegenheit benutze Sie nochmals daran zu erinnern, daß der Schwerpunkt Ihrer Studien im Laboratorium und nicht im Gehörsaal liegt. Ich kann mir einen recht gut entwickelten Studenten denken, der nie ein Kolleg besucht hat, ein brauchbarer Forscher oder nur ein brauchbarer Lehrer an Realschule oder Gymnasium wird nur der, welcher möglichst viel selber im Laboratorium gearbeitet hat.

Eine, zur Zeit HOFMEISTERS Studien, lebhaft diskutierte zweite Frage, war die Befruchtung und Embryobildung bei den Coniferen. TARGIONI-TOZZETTI hatte 1810 und Robert BROWN, unabhängig von diesem 1827 nachgewiesen, daß die Eichen hier nicht von einem Ovarium umschlossen werden, sondern nackt sind, und daß das Pollen also nicht auf eine Narbe sondern sofort auf die Eichen fällt.

CORDA sah 1834, daß die kurzen Pollenschläuche in das Eichen eindringen, bis zu den 1834 von BROWN entdeckten „Corpuscula“ in welchen sich mehrere Embryonen entwickeln. GOTTSCHKE (1845) und PINEAU (1849) lassen den Embryo aus den sich oberhalb der Corpuscula befindlichen Deckelzellen entstehen, während SCHLEIDEN und SCHACHT auch hier der pollinistischen Auffassung huldigen und die Corpuscula nur als Brutöfen betrachten.

Während man also den Analogien zwischen Blütenpflanzen und Coniferen sorgfältig nachspürte, dachte keiner an die Möglichkeit einer Vergleichung zwischen Coniferen und Gefäßkryptogamen. Diese überaus wichtige Vergleichung wurde zuerst von Hofmeister gemacht.

In der Botanischen Zeitung von 1849 schreibt dieser p. 799:

„Das Aussehen und die Derbheit des Embryosacks der Coniferen, die Art, wie dieser noch lange vor Ankunft des Pollenschlauches mit Zellgewebe sich füllt; die Zunahme der Größe einzelner dieser Zellen, die zu Corpuscula werden; die Konfiguration der Zellenreihen, welche das Mikropylende der Corpuscula bedecken, erinnern lebhaft an *Salvinia* und *Selaginella* — — —. Der Durchmesser des oberen Teiles eines Eiweißkörpers von *Taxus*, in welchem die Entwicklung der Embryonen beginnt, ist dem, eine ganze junge Pflanze enthaltenden Vorkeime von *Salvinia* weit ähnlicher als dem jungen Eiweißkörper mit rudimentärem Embryo von *Lathraea*.“

Dieser äußerst glückliche und fruchtbare Gedanke wurde weiter ausgearbeitet in seinen 1857 erschienenen „Vergleichenden Untersuchungen“. In diesen beschreibt HOFMEISTER die Entwicklung des Eichens, des primären Endosperms (jetzt Prothallium genannt), und der „Corpuscula“ (jetzt Archegonien) bei den Coniferen, in so vollständiger Weise, daß

seine Untersuchungen später nur in nebensächlicher Hinsicht modifiziert worden sind.

Besonders interessant ist der Umstand, daß HOFMEISTER schon damals die beiden freien männlichen Energiden im Pollenschlauch der Coniferen beobachtete, und davon sagt: „Es ist eine naheliegende Vermutung, daß diese Zellen Samenfäden erzeugen mögen“; in der Tat wurden diese bei Ginkgo entdeckt, allerdings erst vor wenigen Jahren.

In seinem vergleichenden „Rückblick“ betrachtet HOFMEISTER Embryosack und Mikrospore, Endosperm und Prothallium, Corpuscula und Archegonia als Parallelbildungen.

„Der Embryosack der Coniferen läßt sich betrachten als eine Spore, welche von ihrem Sporangium umschlossen bleibt; das Prothallium, welches sie bildet, tritt nicht ans Licht. Der Befruchtungsstoff um zu den Archegonien dieses Prothalliums zu gelangen muß durch das Gewebe des Sporangiums hindurch sich einen Weg bahnen.“

Diese Anschauung gilt noch heute und es wundert uns nur, daß HOFMEISTER den genetischen Zusammenhang nicht sah. Wohl wieder ein Beweis, wie wenig LAMARCKS Deszendenzgedanken durchgedrungen waren.

Wie weit HOFMEISTER seiner Zeit voraus war, mag aus einem Satz hervorgehen, welchen Schacht 1854 schrieb: „Der Befruchtungsakt der Nadelhölzer ist überhaupt in keiner Weise mit der Bildung der Keime der höheren Kryptogamen vergleichbar.“

Das Studium der Keimung der Makrosporen von Isoëtes führte HOFMEISTER 1855 zu der Auffassung, daß diese die meiste Übereinstimmung mit den Coniferen zeigten: „Das Prothallium aus chlorophylllosen Zellen bestehend, nimmt keinen erheblich größeren Raum ein, als die Makrosporen selbst. Es entsteht durch freie Zellbildung im Innenraum der Sporenzelle. In beiden Beziehungen verhält es sich dem Eiweißkörper der Nadelhölzer völlig gleich. Entwicklungsgeschichte und Bau der Archegonien von Isoëtes gleichen in den wesentlichen Punkten völlig derjenigen der Corpuscula der Coniferen.“

Ein anderes Gebiet, auf welchem HOFMEISTER unvergänglichen Ruhm geerntet hat, ist die Entwicklungsgeschichte der höheren Kryptogomen.

Bis 1840, also noch vor 65 Jahren, meine Damen und Herren!, galten diese Pflanzen fast allgemein für geschlechtslos, oder man machte recht willkürliche Voraussetzungen in bezug auf eventuelle Geschlechtsorgane, ja supposierte sogar, in eben so willkürlicher Weise eine Analogie mit den Blütenpflanzen.

Die eibildenden Archegonien der Moose wurden, nach ihrem Äußeren für Fruchtknoten mit Narben gehalten, die Antheridien für Staubfäden. Als man nun entdeckte, daß aus diesen vermeintlichen Staubfäden bewegliche Partikelchen hervorkrochen — wie wir jetzt wissen die Spermatozoiden — betrachtete man diese als Infusorien, da „Beweglichkeit“ eine Eigenschaft sei, welche zwar Tieren nicht aber Pflanzen zukäme.

Ein so hervorragender Forscher wie UNGER beschrieb 1837 die Spermatozoen der Moose als „Spirillum bryozoon“, und sagt im Jahre 1839 ausdrücklich, „daß diese tierischen Wesen kein näheres Verhältnis zur Befruchtung zeigen“.

SCHLEIDEN erklärte 1843, daß alle Moose, Lycopodien, Farne und Equiseten geschlechtslos seien, und daß diejenigen, welche den „Spiral-

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
ld neither
proceedings
dia, who
th the raja
own power
e fort, and
ould assist
for which
him five

troops; and
to prevent
om Satara
e alarming
ad state of

how Put
d Rao, the
adoogaom,
ace, and
his services
overing the
mitted to

This promise
ecret agent of
Seedojee Rao
re present at

fäden“ oder „Samentierchen“ eine Sexualität zusprechen möchten, sich Träumereien ergäben.

Sogar NÄGELI, der 1844 die Spermatozoen der Farne entdeckte, meinte, daß die Sporangien der Farnblätter die zu befruchtenden Organe seien und meint, „es sei fast nicht denkbar, welche Beziehungen die anscheinenden Samenfäden hier zur Befruchtung der Sporenzellen haben könnten; sogar noch im Jahre 1847 sagt er, daß man kaum wisse, welcher Auffassung der Vorrang zu geben sei, derjenigen, welche die Spiralfäden als Sexualzellen oder derjenigen, welche sie als Infusorien betrachtet.

Einen wichtigen Schritt in der guten Richtung machte Graf LESCZYK-SUMINSKI im Jahre 1848; er konstatierte, daß die jungen Farnpflanzen sich an dem, aus der Spore entstandenen, Prothallium bildeten.

Leider stand er gänzlich unter SCHLEIDENS Einfluß, und so betrachtet er das Organ (das Archegonium), in welchem die ganze Farnpflanze entsteht als ein nacktes Eichen, und meint, daß die junge Pflanze sich aus einem eingedrungenen Spiralfaden entwickle. Wohl ein Pollinist à outrance.

WIGAND bestreitet sogar noch 1845 das Eindringen der Spiralfäden und betrachtet das Entstehen der Farnpflanze als eine Knospenbildung, welche mit dem „Eichen“ nichts zu tun habe.

„Vergleichen wir, sagt PFITZER, mit diesen Arbeiten angesehener Gelehrten, welche den Grafen LESCZYK-SUMINSKI gelegentlich gering-schätzend als „Dilettanten“ bezeichnen, die kurze vorläufige Mitteilung (Bot. Ztg. 1849, p. 793—800) des 25jährigen jungen Buchhändlers von 1849, so überrascht dieselbe durch ihren weiten Blick. Mit aller Bestimmtheit wird der „Keimwulst“ der Rhizocarpeen dem Vorkeim der Farnkräuter gleichgestellt, die Existenz von Pollenschläuchen bestritten, die Analogie der Antheridien und Archegonien der Moose mit den Antheridien und „Eichen“ der Farne hervorgehoben, die Wahrscheinlichkeit der Befruchtung durch die Spiralfäden hervorgehoben. Vor allem aber erkannte HOFMEISTER die Analogie in der Entstehung der Mooskapsel und der beblätterten Farnpflanze: „In einer, von einem bei beiden großen Pflanzengruppen wesentlich gleichartig gebauten Organ umschlossenen, Zelle bildet sich ein selbständiger morphologisch von der Mutterpflanze unabhängiger Zellenkörper, dem bei den Moosen lediglich die Fruchtentwicklung bei den Farnen auch der weit überwiegende Teil des vegetativen Wachstums obliegt.“

Ausführlich werden diese Sachen dann in den vergleichenden Untersuchungen 1857 behandelt und auf 26 Kupfertafeln illustriert. Hier betrachtet er Anthoceros, die frondose und foliose Jungermanniaceae, Riccia, die Marchantiaceae und Targoneae, die Moose, Farne, Equisetaceae Rhizocarpeae und Lycopodiaceae. Und damals war HOFMEISTER erst 27 Jahre alt; dieser Gedanke erweckt neben einem Gefühl großer Bewunderung, das weniger angenehme eigener Minderwertigkeit.

Bei der Entwicklung der Sporen der Equisetaceen weist HOFMEISTER auf die Übereinstimmung mit der des Pollens der Coniferen hin.

Der Fortschritt unserer Kenntnisse durch HOFMEISTERS Rhizocarpeen-Untersuchungen war gewaltig.

SCHLEIDEN beschrieb noch im Jahre 1843 bei diesen Gewächsen Eichen, Pollenkörner und Pollenschläuche nebst der Bildung des Embryos aus der Spitze der letzteren; auch METTENIUS redet sogar 1846 noch von Ovula und Pollenkörnern, doch läßt er den Embryo sich aus der

„Keimwulst“ entwickeln, welcher Keimwulst nach ihm mit dem Nucellus der Eichen der höheren Pflanzen übereinstimmt.

Hingegen beschreibt HOFMEISTER die Entwicklung der „Sporenfrucht“ von *Pilularia* und die Entstehung der Makro- und Mikrosporen, die Keimung der Sporen bei *Pilularia*, *Marsilia* und *Salvina*, ihre Prothallia und Archegonia, sowie die Entwicklung der jungen Sporophyten. Bei *Selaginella* beobachtete er die Entwicklung der Sporangien, die Spermatozoen und die Entwicklung der Archegonien.

In seinem „Rückblick“ sagt er wörtlich:

„Der Vergleich des Entwicklungsganges der Laub- und Lebermoose einerseits, der Farren, Equisetaceen und Lycopodiaceen andererseits zeigt die vollste Übereinstimmung der Fruchtbildung der einen mit der Embryobildung der anderen. Das Archegonium der Moose, das Organ, innerhalb dessen die Fruchtanlage gebildet wird, ist vollkommen gleich gebaut dem Archegonium der Farne (im weitesten Sinne), dem Teil des Prothalliums, in dessen Innerem der Embryo der wedeltragenden Pflanze entsteht. — Moose und Farren bieten somit eines der auffälligsten Beispiele eines regelmäßigen Wechsels zweier in ihrer Organisation weit verschiedener Generationen. Die erste derselben, aus der keimenden Spore hervorgegangen, entwickelt Antheridien und Archegonien. — — — In der Zentralzelle des Archegoniums entsteht infolge der Befruchtung durch die aus den Antheridien entleerten Spermatozoiden die zweite Generation, bestimmt Sporen zu erzeugen. — — — Das vegetative Leben ist bei den Moosen ausschließlich der ersten, die Fruchtbildung ausschließlich der zweiten Generation zuerteilt.

Nur der belaubte Stengel wurzelt; die sporenbildende Generation zieht ihre Säfte aus jenem. Die Frucht ist meist von viel kürzerer Lebensdauer als die beblätterte Pflanze. Bei den Farnen ist das Verhältnis ziemlich umgekehrt. — — Die Art, wie die zweite Generation auf der ersten entsteht, ist bei den Farnen weit mannigfaltiger als bei den Moosen.“

Hören wir, was SACHS über diese Untersuchungen von HOFMEISTER in seiner Geschichte der Botanik sagt:

„Vor dem Leser von HOFMEISTERS „Vergleichende Untersuchungen“ entrollt sich ein Bild des verwandtschaftlichen genetischen Zusammenhangs der Kryptogamen und Phanerogamen, dessen Wahrnehmung mit dem damals herrschenden Glauben an die Konstanz der Arten nicht mehr vereinbar war. Es handelte sich hier nicht um Aufstellung von Typen, sondern um die Erkenntnis eines entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhangs, der das Allerverschiedenste, die einfachsten Moose mit den Palmen, Coniferen und Laubhölzern eng verknüpft erscheinen ließ.

Mit der Annahme, daß jede natürliche Gruppe des Pflanzenreichs eine „Idee“ repräsentiere, war hier nichts mehr zu machen, die Vorstellung von dem, was das natürliche System zu bedeuten habe, mußte sich gänzlich ändern; ebensowenig wie ein bloßes Fachwerk von Begriffen konnte es als eine Gesamtheit platonischer Ideen gelten. Aber auch in methodologischer Hinsicht war das Resultat der „Vergleichenden Untersuchungen“ durchschlagend. Für die Morphologie standen jetzt die Kryptogamen im Vordergrund; die Muscineen waren das Maß, mit dem die niederen Kryptogamen, die Farne das Maß, mit dem die Phanerogamen gemessen werden mußten. Die Embryologie war der Faden, der in das Labyrinth der vergleichenden und genetischen Morphologie führte; die Metamorphose gewann jetzt ihren einzigen richtigen Sinn,

intentions
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
uld neither
proceedings
dia, who
th the raja
own power
e fort, and
ould assist
for which
him five

soops; and
to prevent
om Satara
e alarming
nd state of

how Put
d Rao, the
doogaom,
ace, and
his services
overing the
mitted to

This promise
ecret agent of
Seedojee Rao
re present at

in dem sich jedes Organ auf seine Stammform, die Staub- und Fruchtblätter der Phanerogamen z. B. auf die sporentragenden Blätter der Gefäßkryptogamen zurückführen ließen. Was HAECKEL erst nach DARWINS Auftreten die phylogenetische Methode nannte, hatte HOFMEISTER in seinen „Vergleichenden Untersuchungen“ lange vorher und mit großartigstem Erfolge wirklich durchgeführt. Als acht Jahre nach HOFMEISTERS „Vergleichenden Untersuchungen“ DARWINS Deszendenzlehre erschien, lagen die verwandtschaftlichen Beziehungen der großen Abteilungen des Pflanzenreichs so offen, so tief begründet und so durchsichtig klar vor Augen, daß die Deszendenztheorie eben nur anzuerkennen brauchte, was hier die genetische Morphologie tatsächlich zur Anschauung gebracht hätte.“

Dies ist ganz gewiß richtig, aber doch liegt darin eine Unterschätzung der Evolutionslehre, denn HOFMEISTER sah nur Analogien, ohne an einen genetischen Zusammenhang an eine Blutsverwandtschaft zu denken, seine Untersuchungen waren — es sei ohne Verkennung seiner gewaltigen Verdienste gesagt — doch nur ein Haufen schön behauener Steine, welche des Baumeisters harnten, der mit ihnen das großartige Evolutionsgebäude errichten sollte.

Dieser Baumeister ist und bleibt CHARLES DARWIN.

Werfen wir nun einen Rückblick auf die Zeit in welcher DARWINS Evolutionslehre erschien, so können wir sagen, daß zur Zeit der Erscheinung seiner „Origin of Species“ der Glaube an die Konstanz der Arten noch allgemein herrschte.

Zwei Männer hatten viele Schwierigkeiten aus dem Wege geschafft: LAMARCK durch die Verkündung seiner leider fast allgemein unterschätzten Lehre, daß die Entstehung der Arten eine natürliche Erscheinung ist und LYELL durch den Nachweis, daß die Entwicklung der Erde die direkte und ununterbrochene Folge der jetzt noch herrschenden Naturgesetze ist.

Viele hatten Bausteine herbeigeführt und unter ihnen als primus inter pares WILHELM HOFMEISTER.

Aber alles war nur ein großer ungeordneter Steinhaufen mit welchem keiner was anfangen konnte. Die Neigung zur Aufstellung eines natürlichen Systems war größer und größer geworden und LAMARCK hatte sogar bereits einen Versuch gemacht; festen Boden fühlte aber niemand unter den Füßen.

Oder will man ein anderes Bild: Die Lehre der Organismen war einem bürgerlichen Register zu vergleichen, in welchem sämtliche Kinder verzeichnet waren, in welcher sogar öfters ihre ganze Entwicklungsgeschichte genau eingetragen war, aber in welches man vergessen hatte zu notieren, welchen Eltern die verschiedenen Kinder angehörten.

Stellen Sie sich vor, daß derartige Bücher aus allen Ortschaften eines großen Reiches zusammengetragen würden, und man einen beauftragte, zwar keine vollständige Genealogie aber doch eine wahrscheinliche Theorie über die Zugehörigkeit von Eltern und Kindern daraus aufzustellen. Würdet ihr den Mann dem dies gelänge, nicht als ein Genie ohnegleichen betrachten?

Eine ähnliche Arbeit wurde von CHARLES DARWIN verrichtet, und wir, seine Schüler, denn wir alle, auf welchem Gebiete unser Spezialstudium auch liegen mag, stehen unter seinem Einfluß, versuchen nur seine Arbeit in Einzelheiten zu verbessern. Das Gebäude wurde von

DARWIN errichtet, wir behauen nur einige Steine, oder weisen ihnen eine andere Stelle an.

Über den Mann, welcher der Botanik und Zoologie die belebende Kraft einhauchte, und über seine Werke wird der größere Teil der nächsten Vorträge handeln; fangen wir also mit einer kurzen Übersicht seines Lebens an.

Einundzwanzigste Vorlesung.

Das Leben von CHARLES DARWIN, p. 357. Seine Reise mit der Beagle, p. 363. Die Geschichte der Entstehung der Origin of Species, p. 365. Seine Untersuchung des Galapagos-Archipels als die direkte Veranlassung zu seiner Theorie, p. 365. WALLACES Theorie, p. 373. Wie wird die Theorie empfangen? p. 375. HUXLEYS Geschichte über diese Periode 375.

Meine Damen und Herren! CHARLES DARWIN war der Enkel ERASMUS DARWINS, dessen Ansichten wir bereits haben kennen lernen. Sein Vater ROBERT WARING Darwin war Mediziner und studierte unter anderem auch hier, in Leiden, wo er auf dem „Apothekersdyk“ wohnte, und zum Doctor Medicinae promovierte, mit einer Dissertation, welche nach der Behauptung seines Sohnes eigentlich von ERASMUS DARWIN verfaßt war. Sie handelte über die farbigen Bilder, welche man wahrnimmt, nachdem man einige Zeit hellbeleuchtete Objekte betrachtet hat, und wurde am 26. Februar 1785 im Senat verteidigt. worauf die Promotion durch Paradys stattfand.

Nach England zurückgekehrt wohnte er nach seiner Heirat mit SUSANNAH WEDGWOOD in Shrewsbury, wo CHARLES am 12. Februar 1809 geboren wurde.

Hier besuchte CHARLES die öffentliche Schule, wo er viel weniger gut lernte als seine Schwester Catharine und ziemlich viel Unfug trieb. Alsbald entwickelte sich bei ihm die Lust zum Sammeln, von welcher er selber sagt: „That it leads a man to be a systematic naturalist, a virtuoso or a miser.“ Bis zu seinem 16. Jahre besuchte er die Kostschule Dr. Butlers; da diese sich aber ebenfalls in Shrewsbury befand, kam er fast täglich nach Hause, jedoch nicht ohne Schwierigkeiten, denn da er zur bestimmten Zeit wieder in der Schule sein mußte, gab es öfters eine regelrechte Rennerei. Wie kindlich sein Glaube damals war, geht aus diesem Satz seiner Autobiographie hervor: „when in doubt I prayed earnestly to God to help me, and I well remember that I attributed my success to the prayers and not to my quick running, and marvelled how generally I was aided.“

Sein Urteil über das was er in Dr. Butlers Schule lernte, war kurz und kräftig:

„Nothing could have been worse for the development of my mind than Dr. Butlers school, as it was strictly classical, nothing else being taught, except a little ancient geography and history.“

Während seiner letzten Schuljahre entwickelte er eine besondere Vorliebe für die Jagd; obgleich seine Fortschritte in der Schule ge-

intentions.
of his own
to proceed
on the raja
respectable
the raja
uld neither
proceedings
dia, who
th the raja
own power,
he fort, and
ould assist
for which
him five

roops; and
to prevent
om Satara
e alarming
nd state of

how Put
d Rao, the
ndoogaom,
aee, and
his services
overing the
mitted to

This promise
ecret agent of
Seedojee Rao
re present at

nügten, so wurde er doch betrachtet als: „a very ordinary boy, rather below the common standard in intellect“.

Trotz seiner Jagdpassion war er ein äußerst gutherziger Junge, wie aus einer jener sympathischen Stellen, so häufig in seiner Autobiographie, hervorgeht: „I almost made up my mind to begin collecting all the insects which I could find dead, for on consulting my sister I concluded that it was not right to kill insects for the sake of making a collection.“

Ein lebhaftes Interesse brachte er den Vögeln entgegen, deren Gewohnheiten er zu studieren liebte, sogar in solchem Maße, daß er schreibt: „In my simplicity I remember wondering why every gentleman did not become an ornithologist.“

Während seiner letzten vier Schuljahre arbeitete sein älterer Bruder Chemie, zu welchem Zwecke er im Gartenhäuschen ein Laboratorium improvisiert hatte; bei dieser Arbeit durfte CHARLES ihm als Bedienter assistieren, und profitierte viel dabei: „He made all the gases and many compounds and I read with care several books on chemistry such as HENRY and PARKES' Chemical Catechism. The subject interested me greatly, and we often used to go on working till rather late at night. This was the best part of my education at school for it showed me practically the meaning of experimental Science. The fact that we worked at chemistry somehow got known at school, and as it was an unprecedented fact, I was nicknamed „Gas“. I was also once publicly rebuked by the head master Dr. BUTLER for thus wasting my time on such useless subjects.“

Da DARWIN also nur wenig Vorteil aus seiner Schulzeit zog, war sein Vater so vernünftig ihn verhältnismäßig früh, im Oktober 1825 auf die Edinburgher Universität zu schicken, zugleich mit seinem Bruder, mit welchem er Medizin studieren sollte. „But soon I became convinced, sagt er, that my father would leave me property enough to subsist on with some comfort, though I never imagined that I should be so rich a man as I am, but my belief was sufficient to check any strenuous effort to learn medicine.“

Da das Sehen und Verursachen von Schmerzen, sowie das Sehen von Blut, DARWIN einen fast unüberwindlichen Widerwillen verursachte, nahmen seine medizinischen Studien alsbald ein Ende, ein Umstand, den er nie bereute, obgleich er es bedauert, sich während dieser Zeit nicht anatomisch geübt zu haben: „It has proved one of the greatest evils in my life, that I was not urged to practice dissection, for I should soon have got over my disgust; and the practice would have been invaluable for all my future work. This has been an irremediable evil, as well as my incapacity to draw.“

Als sein Bruder nach einem Jahre aus Edinburgh fortzog und DARWIN also mehr sich selbst überlassen war, schloß er sich bald einigen jungen Leuten, welche Interesse für die Naturwissenschaften zeigten, näher an. Unter seinen Freunden gab es Geologen, Zoologen und Botaniker. So machte er auch die Bekanntschaft des viel älteren Dr. GRANT, mit welchem er manche interessante Unterhaltung hatte. Nicht ohne Reiz sind folgende Äußerungen DARWINS aus jener Zeit:

He (Dr. Grant) one day, when we were walking together, burst forth in high admiration of Lamarck and his views on evolution. I listened in silent astonishment, and as far as I can judge without any effect on my mind!

I had previously read the *Zoonomia* of my grandfather, in which similar views are maintained, but without producing any effect on me. Nevertheless it is probable that hearing rather early in life such views maintained and praised may have favored my upholding them under a different form in my „*Origin of Species*“. At this time I greatly admired the „*Zoonomia*“ but on reading it a second time after an interval of ten or fifteen years, I was much disappointed, the proportion of speculation being so large to the facts given.“

In dieser Zeit fing DARWIN, mit elenden Hilfsmitteln und ohne jeglichen Unterricht, selbst zu untersuchen an, und es spricht gewiß für seine Beobachtungsgabe, daß er trotz eines „wretched“ Mikroskops, die Entdeckung machte, daß die sogenannten Eier von *Flustra* mittels Zilien sich bewegende Larven sind, und daß die runden Körperchen, welche man als Jugendstadien von *Himanthalia lorea* betrachtete, nur tierische Eibehälter sind. Wie man sieht, wandten DARWINs erste Untersuchungen sich den Meeresbewohnern zu, welche ihm zum größten Teile von Newhavenschen Fischern verschafft wurden.

Beachtet man nun, daß DARWIN zu jener Zeit, wie es hieß, Medizin studierte, so ist der Humor in folgendem Satze nicht schlecht. Nachdem er erzählt hat, wie sehr er sich für den naturhistorischen Klub Plinius interessierte, fährt er fort: I was also a member of the Royal Medical Society and attended pretty regularly; but as the subjects were exclusively medical, I did not much care about them.

Auch die Versammlungen der Wernerian Society wurden von DARWIN von Zeit zu Zeit besucht. Hier hörte er u. a. AUDUBONS interessante Vorträge über die Gewohnheiten nordamerikanischer Vögel und kam, wohl mit Hilfe irgend eines Mitglieds jenes Klubs, einem in Edinburgh ansässigen Neger auf die Spur, der Vögel auszustopfen verstand. DARWIN ergriff sofort die Gelegenheit, diese Fertigkeit zu erlernen und besuchte den Mann überdies öfters, denn „he was a very pleasant and intelligent man.“

Die Edinburgher Vorträge waren nicht nach DARWINs Geschmack: „During my second year at Edinburgh I attended . . . 's lectures on Geology and Zoology but they were incredibly dull. The sole effect they produced on me was the determination never as long as I lived to read a book on Geology, or in any way to study the science. Yet I feel sure that I was prepared for a philosophical treatment of the subject; for an old Mr. Cotton in Shropshire, who knew a good deal about rocks, had pointed out to me two or three years previously a wellknown erratic boulder in the town of Shrewsbury, called the „bell-stone“, he told me that there was no rock of the same kind nearer than Cumberland or Scotland and he solemnly assured me that the world would come to an end, before any one would be able to explain how this stone came where it now lay. This produced a deep impression on me and I meditated over this wonderful stone. So that I felt the keenest delight when I first read of the action of icebergs in transporting boulders and I gloried in the progress of Geology.“

Die Sommerferien wurden mit Spaziergängen, Reiten und vor allem mit der Jagd, welche DARWIN leidenschaftlich betrieb, ausgefüllt.

How I did enjoy shooting! But I think that I must have been half-consciously ashamed of my zeal, for I tried to persuade myself that shooting was almost an intellectual enjoyment; it required so much skill to judge where to find most game and to hunt the dogs well.

Wie wenig DARWIN, trotz seiner Liebe zum Naturstudium daran dachte, es zu seiner Lebensarbeit zu wählen, mag aus folgendem hervorgehen:

After having spent two sessions in Edinburgh, my father perceived, or he heard from my sister, that I did not like the thought of being a physician, so he proposed that I should become a clergyman.

He was very properly vehement against my turning into an idle sporting man, which then seemed my probable destination, I asked for some time to consider, as from what little I had heard or thought on the subject I had scruples about declaring my belief in all the dogmas of the Church of England; though otherwise I liked the thought of being a country clergyman. Accordingly I read with care: „Pearson on the Creeds“ and a few other books on divinity; and as I did not then in the least doubt the strict and literal truth of every word in the Bible, I soon persuaded myself that our creed must be fully accepted.

Considering how fierce I have been attacked by the orthodox, it seems ludicrous that I once intended to be a clergyman. Nor was this intention and my father's wish ever formally given up, but died a natural death when, on leaving Cambridge, I joined the „Beagle“ as a naturalist.

Nachdem es also bestimmt war, daß DARWIN Theologe werden sollte, mußten die Klassiker von neuem studiert werden, und stellte es sich heraus, daß er diese so gänzlich vergessen hatte, daß er sogar gewisse griechische Buchstaben nicht mehr entziffern konnte, so daß er statt im Oktober nach Cambridge zu gehen, Privatstunden nehmen mußte und erst nach Weihnachten, Anfang 1828 in Cambridge eintraf.

Über seine dortigen Studien sagt er: „During the three years which I spent at Cambridge my time was wasted, as far as the academical studies were concerned, as completely as at Edinburgh and at school.“

Dennoch konnte er sein B.A.-Examen machen und wie er sagt: By answering well the examination questions in Paley (ein theologisches Buch), by doing Euclid well and by not failing miserably in Classics, I gained a good place among the crowd of men who did not go in for honours.

Von einem theologischen Spezialstudium verlautet recht wenig, seine Erfahrungen in Edinburgh ließen ihn SEDGWICKS interessante geologische Vorträge versäumen, was er später gar oft bedauerte. Hingegen besuchte er ohne sich speziell für Botanik zu interessieren, HENSLOWS Vorträge und spricht sehr begeistert über seine botanischen Exkursionen.

Ich kann Ihnen kein besseres Bild von DARWIN'S Studentenzeit in Cambridge oder von seinem offenherzigen und lebenswürdigen Charakter geben, als durch die Vorlesung einiger Seiten aus seiner, ausschließlich für seine Familie geschriebenen Autobiographie:

Although, as we shall presently see, there were some redeeming features in my life at Cambridge, my time was sadly wasted there, and worse than wasted. From my passion for shooting and for hunting and when this failed for riding across country, I got into a sporting set, including some dissipated low-minded young men. We used often to dine together in the evening, though these dinners often included men of a higher stamp, and we sometimes drank too much, with jolly singing and

playing at cards afterwards. I know that I ought to feel ashamed of days and evenings thus spent, but as some of my friends were very pleasant, and we were all in the highest spirits, I cannot helping looking back to these times with much pleasure.

But I am glad to think that I had many other friends of a widely different nature. I was very intimate with Whitley who was afterwards Senior Wrangler and we used continually to take long walks together. He inoculated me with a taste for pictures and good engravings of which I bought some. — This taste though not natural to me lasted several years, and many of the pictures in the national Gallery in London gave me much pleasure; that of Sebastian del Pombo exciting in me a sense of sublimity.

I also got into a musical set, I believe by means of my warm-hearted friend Herbert, who took a high Wranglers degree. From associating with these men, and hearing them play, I acquired a strong taste for music, and used very often to time my walks so as to hear on week days the anthem in King's College Chapel.

This gave me intense pleasure, so that my backbone would sometimes shiver. I am sure that there was no affectation or mere imitation in this taste, for I used generally to go by myself to King's College and I sometimes hired the Chorister boys to sing in my rooms. Nevertheless I am so utterly destitute of an ear, that I cannot perceive a discord, or keep time and hum a tune correctly; and it is a mystery how I could possibly have derived pleasure from music. My musical friends soon perceived my state, and sometimes amused themselves by making me pass an examination which consisted in ascertaining how many tunes I could recognise, when they were played rather more quickly or slowly than usual. — „God save the King“, when thus played, was a sore puzzle. — — —

But no pursuit at Cambridge was followed with nearly so much eagerness or gave me so much pleasure as collecting beetles. It was the mere passion for collecting for I did not dissect them and rarely compared their external characters with published descriptions, but got them named anyhow. I will give a proof of my zeal: one day on tearing off some old bark, I saw two rare beetles and seized one in each hand; then I saw a third and new kind, which I could not bear to lose, so that I popped the one which I held in my right hand into my mouth. Alas! it ejected some intensely acrid fluid, which burnt my tongue, so that I was forced to spit the beetle out, which was lost, as was the third one.

I was very successful in collecting — — — — no poet ever felt more delight at seeing his first poem published than I did at seeing in Stephen's „Illustrations of British Insects“ the magic words „captured by C. Darwin Esq“.

Den größten Einfluß übte HENSLOW auf Darwin in seiner Cambridge Zeit aus. Darüber sagt dieser:

My intimacy with such a man ought to have been, and I hope was, an inestimable benefit. I cannot resist mentioning a trifling incident, which showed his kind consideration. Whilst examining some pollen-grains on a damp surface, I saw the tubes exerted, and instantly rushed off to communicate my surprising discovery to him. Now I do not suppose any other professor of botany could have helped laughing at my coming in such a hurry to make such a

intentions.
of his own
a to proceed
on the rap
respectable
the raja
uld neither
proceedings
dia, who
with the raja
own power
he fort, and
ould assist
for which
d him five

troops; and
to prevent
from Satara
e alarming
nd state of

show Put
d Rao, the
ndoogaom,
aee, and,
his services
overing the
mitted to

This promise
secret agent of
Seedjee Rao
are present at

communication. But he agreed how interesting the phenomenon was, and explained its meaning, but made me clearly understand how well it was known; so I left him not in the least mortified, but well pleased at having discovered for myself so remarkable a fact, but determined not to be in such a hurry again to communicate my discoveries.

During my last year at Cambridge, I read with care and profound interest Humboldts „Personal Narrative“. This work and Sir J. Herschels „Introduction to the study of Natural Philosophy“ stirred up in me a burning zeal to add even the most humble contribution to the noble structure of Natural Science. No one or a dozen other books influenced me nearly so much as these two, und zwar dermaßen daß DARWIN versuchte Schiffsgelegenheit zu finden um das von HUMBOLDT beschriebene Teneriffe zu besuchen.

DARWIN betrachtet seinen Cambridger Aufenthalt als die vergnügtesten Jahre seines glücklichen Lebens, da er sich damals im Vollbesitz seiner Gesundheit befand.

Im Jahre 1831 studierte er, auf HENSLOWS Rat, Geologie. SEDGWICK beschäftigte sich damals mit ausgedehnten geologischen Studien in Nordwales und erlaubte DARWIN ihn zu begleiten. Eines Tages erzählte DARWIN ihm, daß ein Arbeiter eine große tropische Muschelschale in einer Kiesgrube gefunden habe. SEDGWICK meinte mit Recht, daß diese durch irgend einen Passanten hineingeworfen wäre, aber diese Erklärung war für DARWIN eine Enttäuschung. I was then, sagt er, utterly astonished at Sedgwick not being delighted at so wonderful a fact as a tropical shell being found near the surface in the middle of England. Nothing before had ever made me thoroughly realise, though I had read various scientific books, that science consists in grouping facts so that general laws or conclusions may be drawn from them.

Hier gibt DARWIN wieder ein auffällendes Beispiel von den mit der Wahrnehmung neuer Tatsachen verknüpften Schwierigkeiten: We spent many hours in Cwm Idwal, examining all the rocks with extreme care as Sedgwick was anxious to find fossils in them, but neither of us saw a trace of the wonderful glacial phenomena all around us; we did not notice the plainly scored rocks, the perched boulders, the lateral and terminal moraines.

Yet these phenomena are so conspicuous that as I declared in a paper published many years afterwards¹⁾ a house burned down by fire did not tell its story more plainly than this valley“.

Nach Beendigung dieser Exkursion ging DARWIN auf die Jagd, for at that time I should have thought myself mad to give up the first days of partridge shooting for geology or any other science. Dennoch gab er dieses Vergnügen für immer auf, nachdem ein verwundetes Rebhuhn ihm die Grausamkeit dieses Vergnügens deutlich gemacht hatte.

Wie seine Mitstudenten über ihn dachten, geht aus Herrn Herberts Schreiben hervor:

„It would be idle for me to speak, sagt er, of his vast intellectual powers — — — but I cannot end this cursory and rambling sketch without testifying, and I doubt not all his surviving college friends would concur with me, that he was the most genial, warm-hearted,

1) Philosophical Magazine 1842.

generous and affectionate of friends, that his sympathies were with all that was good and true; and that he had a cordial hatred for everything false, or vile, or cruel or mean or dishonourable. He was not only great, but preeminently good, and just, and loveable.

Dennoch war DARWIN damals keineswegs ein eifriger Student, vielmehr ein begabter Dilettant.

Mit einem Schlage änderte sich dies, und wurde er der rastlos arbeitende Mann, der trotz seiner kränklichen Gesundheit die Riesenaufgabe, welche er sich gestellt, gelöst hat. Der Umstand welcher diesen Umschwung in seinem Leben hervorrief war folgender:

Die englische Regierung schickte ein Kriegsschiff, die Brigantine „The Beagle“ aus, welches unter dem Kommando des Kapitäns Fitz-Roy die Küsten von Patagonien, Feuerland, Chile, Peru und einigen Südseeinseln kartographisch untersuchen, und dann rund um die Erde eine Reihe chronometrischer Beobachtungen ausführen sollte. Kapitän Fitz-Roy, ein großer Bewunderer der Naturwissenschaften, erklärte sich bereit, die Hälfte seiner Kabine einem tüchtigen jungen Naturforscher zu überlassen, falls einer gefunden werden könnte, welcher bereit wäre, die Reise als Volontär mitzumachen. HENSLOW erzählte DARWIN davon und dieser war sofort bereit die Reise zu machen, konnte aber die Zustimmung seines Vaters nicht bekommen; die Unterredung endete damit, daß der ältere DARWIN sich bereit erklärte sich zu fügen, wenn auch nur ein gescheiter Mensch Charles dazu rate selbige zu unternehmen.

Offenbar war CHARLES DARWIN keineswegs sicher einen solchen finden zu können, denn er lehnt das Angebot ab und begibt sich auf die Jagd. Inzwischen hatte sein Onkel Josiah WEDGWOOD von der Sache gehört, ließ DARWIN zu sich rufen und ritt mit ihm zu seinem Vater um die Reise zu befürworten. Über das Resultat schreibt DARWIN: My father always maintained that he was one of the most sensible men in the world, and he at once consented in the kindest manner. I had been rather extravagant at Cambridge and to console my father said that I should be deuced clever to spend more than my allowance whilst on board the „Beagle“ but he answered with a smile: but they tell me you are very clever. Die Reise dauerte fünf Jahre und der von DARWIN herausgegebene Reisebericht ist vielleicht das interessanteste Buch, welches ich je gelesen habe. Bedenkt man dabei daß DARWIN, als er die Reise unternahm, eigentlich gar keine wissenschaftliche Erziehung genossen und fast fortwährend von der Seekrankheit zu leiden hatte, so weiß man nicht was man mehr bewundern soll, seine erstaunliche Beobachtungsgabe, sein geniales Kombinationsvermögen, oder seinen eisernen Willen zur Arbeit unter äußerst ungünstigen Bedingungen.

Den Einfluß, welchen diese Reise auf seine Entwicklung hatte, beschreibt er wie folgt:

The voyage of the Beagle has been by far the most important event in my life, and has determined my whole career; — — I have always felt that I owe to the voyage the first real training or education of my mind. I was led to attend closely to several branches of natural history and thus my powers of observation were improved, though they were always fairly developed.

The investigation of the geology of all the places visited was far more important, as reasoning here comes into play. On first examining a new district nothing can appear more hopeless than the chaos of rocks;

intentions.
e of his own
a to proceed
on the rap
respectable
the raja,
uld neither
proceedings
dia, who,
ith the raja
own power,
he fort, and
ould assist
for which
t him five

troops; and
to prevent
rom Satara
e alarming
nd state of

How Put
d Rao, the
ndoogaom,
ace, and,
his services
overing the
ermitted to

This promise
secret agent of
Seedjee Rao
ere present at

but by recording the stratification and nature of the rocks and fossils at many points, always reasoning and predicting what will be found elsewhere, light soon begins to dawn on the district and the structure of the whole becomes more or less intelligible. I had brought with me the first volume of LYELLS Principles of Geology, which I studied attentively; and the book was of the highest service to me in many ways. The very first place which I examined, namely St. Jago in the Cape de Verde islands, showed me early the wonderful superiority of LYELLS manner of treating of geology, compared with that of any other author, whose works I had met with or afterwards read.

Another of my occupations was collecting animals of all classes, briefly describing and roughly dissecting many of the marine ones; but from not being able to draw, and from not having sufficient anatomical knowledge, a great pile of MS. which I made during the voyage has proved almost useless — — — The above various special studies were, however, of no importance compared with the habit of energetic industry and of concentrated attention to whatever I was engaged in, which I then acquired.

Everything about which I thought or read was made to bear directly on what I had seen or was likely to see; and this habit of mind was continued during the five years of the voyage. I feel sure that it was this training which has enabled me to do whatever I have done in science.

Looking backwards I can now perceive how my love for science preponderated over every other taste.

Über die Resultate seiner Reise schreibt er selbst: I also reflect with high satisfaction on some of my scientific work, such as solving the problem of coral islands, and making out the geological structure of certain islands for instance St. Helena. Nor must I pass over the discovery of the singular relations of the animals and plants inhabiting the several islands of the Galapagos Archipelago, and of all of them to the inhabitants of South America.

DARWINS Briefe an seine Verwandten verrieten schon damals das Erwachen eines großen Geistes, so daß SEDGWICK seinem Vater sagte, daß DARWIN gewiß einer der führenden Geister in der Wissenschaft werden würde. Wie sehr diese Äußerung ihn freute drückt DARWIN mit folgenden Worten aus:

After reading this letter, I clambered over the mountains of Ascension with a bounding step, and made the volcanic rocks resound under my geological hammer. All this shows how ambitious I was; but I think that I can say with truth, that in after years, though I cared in the highest degree for the approbation of such men as Lyell or Hooker, who were my friends, I did not care much about the general public. I do not mean to say that a favourable review or a large sale of my books did not please me greatly, but the pleasure was a fleeting one, and I am sure I have never turned one inch out of my course to gain fame.

Diese und die folgende Äußerung DARWINS scheint mir in so hohem Maße der Beachtung eines Forschers, der seine Ideale hochhalten will, wert, daß ich sie Ihnen nicht vorenthalten kann:

„Whenever I found out that I have blundered or that my work had been imperfect, and when I have been contemptuously criticised, and even when I have been overpraised, so that I felt mortified, it has

been my greatest comfort to say hundreds of times to my self that I have worked as hard and as well as I could, and no man can do more than this.“

Im Jahre 1836 nach England zurückgekehrt, wählte DARWIN Cambridge als Wohnort, wo seine Sammlungen sich unter HENSLOWS Obhut befanden. Dort schrieb er sein Beagle-Buch und eine Mitteilung über die Erhebung der chilenischen Küste. Im Jahre 1837 zog er nach London.

„In July I opened my first notebook for facts in relation to the origin of species, about which I had long reflected, and never ceased working for the next twenty years.“

Am 29. Januar heiratete DARWIN seine Cousine Emma Wedgwood, die Tochter des Onkels, welcher die Zustimmung seines Vaters zur Reise erhielt. Diese Heirat sowie DARWINS ganzes Familienleben war äußerst glücklich, so wie es sich übrigens bei einem Manne von einem so edlen Charakter, und einer Frau, welche ihn mit so liebevoller Sorgfalt pflegte, nicht anders erwarten läßt.

Das Erhebende eines Studiums von DARWINS Leben besteht darin, daß man ihn unbedingt bewundern muß, nicht nur als Gelehrten, sondern auch als Mensch. Es ist dies ein erhabenes Gefühl, jeder enthusiastische Forscher ist von vornherein geneigt zu meinen, daß jeder große Gelehrte auch ein guter Mensch gewesen sein müsse, und ich wenigstens fühle tiefen Schmerz, wenn es sich herausstellt, daß ein Mann, dessen Arbeiten ich bewundere, als Mensch dieser Bewunderung nicht wert ist. Zu oft wird übersehen, daß ein nobler Charakter tausendmal mehr gilt, als bloße Gelehrsamkeit. Zweifellos schadet Eitelkeit, Kleinlichkeit und Eifersucht einem jeden, keinem aber mehr als dem Gelehrten, denn er sollte über solche Schwächen erhaben sein.

Ich kann Ihnen — zu meinem großen Bedauern — nicht länger aus DARWINS Leben erzählen, ich muß Sie für eingehendere Studien auf das von seinem Sohne Francis herausgegebene „Life and Letters of Charles Darwin“ verweisen. Nur die Schlußsätze seiner, für seine Familie geschriebene Autobiographie möchte ich hier noch mitteilen, weil Sie daraus die außerordentliche Bescheidenheit dieses großen Gelehrten werden kennen lernen.

„As for my self, I believe that I have acted rightly in steadily following and devoting my life to Science. I feel no remorse from having committed any great sin, but have often and often regretted that I have not done more direct good to my fellow creatures.“

Wenden wir uns jetzt der Entstehungsgeschichte jenes Buches zu, welches einen größeren Einfluß als irgend ein anderes auf die Entwicklung der Biologie ausgeübt hat: der „Origin of Species“.

In seiner Autobiographie sagt DARWIN: Während der Beagle-Reise machte die Entdeckung großer fossiler Tiere, in der Weise der rezenten Gürteltiere gepanzert, auf mich einen tiefen Eindruck, nicht weniger fiel es mir auf, wie nahe verwandte Tierarten einander ersetzten, und zwar in der Weise, daß auf unserer Reise nach Süden jedesmal die eine an die Stelle der anderen trat. Merkwürdig im höchsten Grade war der amerikanische Charakter der Fauna und Flora des Galapagos-Archipels, und zumal der Umstand, daß die Lebewesen der verschiedenen Inseln dieses Archipels, trotz ihrer geologischen Jugend, verschieden waren, interessierte mich lebhaft.

1753
(A. L. 1848)
A Treatise of Constitution

Es lag auf der Hand anzunehmen, daß diese und ähnliche Tatsachen, so wie viele andere nur zu erklären seien durch die Voraussetzung, daß Arten nach und nach modifiziert werden können und diese Frage verfolgte mich förmlich.

Ebenso evident aber war es, daß weder der Einfluß der Umgebung, noch der Wille der Organismen, zumal bei Pflanzen, eine Erklärung abgeben könne für jene zahllosen Fälle von schönster Anpassung an Lebensgewohnheiten, wie z. B. das Klettern eines Spechts oder eines Laubfrosches, oder die Verbreitung der Samen mittels Hähchen oder Flaumhaaren.

Die Wahrnehmung solcher Anpassungen machte auf mich immer einen tiefen Eindruck und es schien mir nutzlos, mittels irgendwelcher direkten Argumente zu zeigen, daß Arten veränderlich seien und verändert worden sind, bevor sich für diese Anpassungen eine Erklärung gefunden hatte.

Nach meiner Rückkehr nach England schien es mir möglich durch geduldiges Sammeln aller Tatsachen, welche mit der Variation wilder und kultivierter Pflanzen und Tiere in Beziehung stehen, ein wenig Licht in dieses Dunkel fallen zu lassen.

Mein erstes Notizbuch wurde im Juli 1837 geöffnet. Ich sammelte Tatsachen in großem Maßstabe, speziell solche, welche auf kultivierte Pflanzen und Tiere Bezug hatten, mittels gedruckter Fragebogen, durch Unterredungen mit tüchtigen Züchtern und durch ausgedehnte Lektüre, ohne mich auf irgend einen theoretischen Erklärungsversuch einzulassen. Wenn ich jetzt die Bücher- und Zeitschriftenlisten durchblicke, welche meine damalige Lektüre bildete, bin ich über meinen eigenen Eifer erstaunt.

Ich sah alsbald ein, daß Selektion der Schlüssel der vom Züchter bei seinen Rassenverbesserungen erzielten Erfolge war.

Aber wie Selektion etwas mit wilden Tieren und Pflanzen zu schaffen haben könne, blieb mir noch lange Zeit unklar.

Im Oktober 1838, d. h. 15 Monate nach dem Anfang meiner systematischen Untersuchung, las ich zur Abwechslung: „Malthus on Population“ und da ich zur Wertschätzung des Kampfes ums Dasein, durch meine langjährigen Beobachtungen der Gewohnheiten von Pflanzen und Tieren gut vorbereitet war, wurde es mir plötzlich klar, daß unter solchen Umständen nützliche Variationen erhalten, nicht-nützliche dagegen ausgerottet werden müßten. Das Resultat eines solchen Vorganges könnte die Entstehung neuer Arten sein. Da hatte ich also eine Arbeitshypothese, aber ich hatte eine solche Angst vor einer „vor-gefaßten Meinung“, daß ich mich dazu entschloß, vorläufig auch nicht die kürzeste Skizze irgend einer Theorie zu schreiben.

Erst im Juni 1842 erlaubte ich mir die Genugtuung auf 35 Seiten eine ganz kurze, mit Bleistift geschriebene, Theorie aufzustellen, welche während des Sommers 1844 zu einer Darstellung, welche 230 Seiten umfaßte, ausgedehnt wurde.

Damals übersah ich aber noch einen Punkt — — — nämlich die Neigung zur Divergenz der Organismen, welche aus einem Stamme entsprossen sind, d. h. die Neigung um so mehr zu divergieren je mehr sie modifiziert werden.

Daß sie stark divergiert haben, geht klar aus der Weise hervor, in welcher Arten unter Genera, Genera unter Familien, Familien unter Klassen eingereiht werden können — — —. Die Lösung liegt meines

Erachtens darin, daß die modifizierten Nachkommen aller vorherrschenden, und demnach sich verbreitenden Formen, sich den verschiedensten offenen Stellen in dem Haushalt der Natur anpassen.

Nach dieser kurzen Skizze der Entstehung der Origin of Species, kehren wir zu DARWINS Beagle-Reise zurück und wollen wir uns etwas eingehender mit jenen Galapagosinseln beschäftigen, welche den ersten Anstoß zu DARWINS Evolutionslehre gegeben haben.

Zu Anfang seiner Reise war DARWIN noch von der Richtigkeit der orthodoxen Schöpfungsgeschichte überzeugt.

So schreibt er 1834 in Valparaiso:

„I have already found beds of recent shells yet retaining their colour at an elevation of 1300 feet, and beneath, the level country is strewn with them. It seems not a very improbable conjecture that the want of animals may be owing to none having been created since this country was raised above the sea.

Diesen Satz hat DARWIN aber nie publiziert, er findet sich sogar nicht in der ersten Ausgabe, da sich seine Meinung inzwischen schon verändert hatte.

Nicht ohne Interesse ist ein offenbar übersehener Satz in der zweiten Ausgabe (1845, p. 289; Neudruck von 1890, p. 277), welche deutlich zeigt, daß DARWIN beim Anfang seiner Reise nicht an Evolution dachte:

„When finding, as in this case, animals which seem to play so insignificant a part in the great scheme of nature, one is apt to wonder why they were created. But it should always be recollected, that in some other country perhaps they are essential members of Society, or at some former period may have been so.

Sehen wir jetzt, welche Eigentümlichkeiten der Galapagosfauna und -flora einen so tiefen Eindruck auf DARWIN machten.

Diese Gruppe, welche aus zehn größeren Inseln und einigen sehr kleinen besteht, liegt auf dem Äquator. 500—600 Meilen westlich von Südamerika. Alle bestehen aus vulkanischen Felsen, und die Gruppe enthält wenigstens 2000 Krater, von denen einige eine Höhe von 3000 bis 4000 Fuß erreichen.

Wenn man bedenkt, daß diese Inseln auf dem Äquator liegen, kann das Klima nicht übermäßig warm genannt werden; dies rührt von der besonders niedrigen Temperatur des dortigen Meeres her, dessen Wasser vom Südpolstrom geliefert wird. Mit Ausnahme einer kurzen Regensaison ist das Klima recht trocken, der spärliche Regen, welcher in der trockenen Zeit fällt, ist überdies recht unregelmäßig verteilt, aber der Himmel ist trotzdem in der trockenen Zeit durch die recht niedrig hängenden Wolken meistens bedeckt. Daher besitzen die oberhalb 1000 Fuß gelegenen Gegenden ein feuchtes Klima und eine mäßig üppige Florn, während die Niederungen recht unfruchtbar sind (Fig. 122).

Am 17. September 1835 landet DARWIN auf Chatham Island. Der erste Anblick war sehr wenig versprechend, ein zerklüftetes basaltisches Lavafeld, in unregelmäßigen Wellen dahingegossen, und von tiefen Spalten durchquert, ist überall mit gestutzten sonnverbranntem Gesträuch, welches kaum ein Lebenszeichen gibt, bedeckt. Obgleich DARWIN eifrigst Pflanzen suchte, fand er nur einige wenige, unglücklich aussehende, unbedeutende Unkräuter, die besser in eine arktische als in eine tropische Flora paßten.

Von einiger Distanz aus betrachtet erscheinen die Sträucher so kahl wie unsere Bäume im Winter, dennoch waren die Blätter voll entwickelt und blühten die meisten. Der häufigste Strauch ist eine Euphorbiacee, während eine Acacia und ein eigentümlicher Kaktus, die einzigen, allerdings recht wenig Schatten werfenden Bäume sind.

Weiter gehend entdeckte DARWIN zwei große Schildkröten, deren jede wenigstens 200 Pfund wog; die eine fraß ein Stück eines Kaktus, blickte bei seiner Annäherung auf und spazierte ruhig davon, während die andere nach der Art einer Katze fauchte und den Kopf einzog. Diese große, von schwarzer Lava umgebenen Reptilien, umrahmt von blattlosen Sträuchern und Riesenkakteen machten einen antdiluvianischen Eindruck. Die wenigen trübgefärbten Vögel nahmen von DARWIN nicht mehr Notiz wie von den Schildkröten.

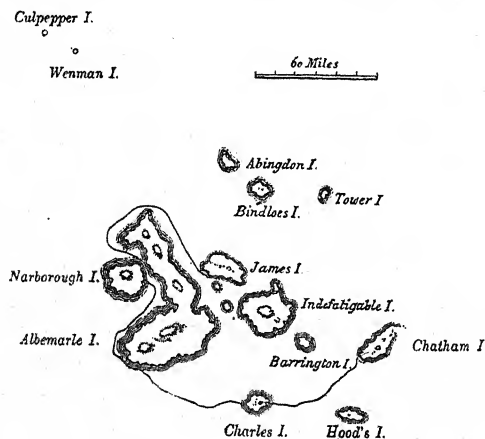


Fig. 122. Karte des Galapagos-Archipels (nach CH. DARWIN).

Charles Island ist bewohnt. Der Archipel wurde schon früh besucht, zunächst von Seeräubern, später von Walfischjägern, aber erst sechs Jahre vor DARWIN'S Besuch entstand auf Charles Island eine Kolonie von 2—300 Personen, welche politischer Verbrechen wegen aus Südamerika verbannt waren. Diese Kolonie befand sich $4\frac{1}{2}$ Meilen von der Küste entfernt auf einem ungefähr 1000 Fuß hoch gelegenen Grundstück. Auch hier ist der niedrige Teil der Insel unfruchtbar, wei-

ter nach oben hin werden die Wälder grüner und grüner und ganz oben gibt es einen Überfluß von groben Gräsern und Farnkräutern, aber keine Baumfarne. Die Bewohner kultivieren Bataten und Pisang. In den Wäldern gibt es viele wilde Ziegen und Schweine.

Am 29. wurde die Albemarle-Insel besucht, wo große, schwarze etwa 2—4 Fuß lange Eidechsen angetroffen wurden, und weiter oben noch eine häßliche gelbbraune Art.

DARWIN wurde nun mit einem der Offiziere auf James-Insel zurückgelassen, wo er eine Woche verbleiben konnte, während welcher die Beagle frisches Wasser holte. Hier fand er ein Häufchen Spanier, welche von Charles-Insel hinübergekommen waren um zu fischen und Schildkrötenfleisch einzusalzen.

Daß der Ursprung von DARWIN'S Theorie in diesem Archipel liegt, geht aus folgender buchstäblicher Übersetzung von DARWIN'S Worten hervor:

„Die Naturgeschichte dieser Inseln ist sehr eigentümlich und verdient alle Aufmerksamkeit. Die meisten organischen Wesen sind endemisch, d. h. sie werden nirgendwo sonst angetroffen, es gibt sogar Unterschiede zwischen den Bewohnern der verschiedenen Inseln; dennoch zeigen alle eine auffallende Verwandtschaft mit denen von Amerika, trotzdem sie durch einen Seearm von 500—600 Meilen Breite von diesem Kontinente

getrennt sind. Der Archipel bildet eine kleine Welt für sich, oder besser ist als ein Satellit von Amerika zu betrachten, welches ihm einige Kolonisten lieferte und den allgemeinen Charakter seiner Fauna und Flora verursachte.

Bei der geringen Größe dieser Inseln verwundern wir uns sehr über die große Anzahl endemischer Lebewesen und über ihre geringe Verbreitung über die Gruppe. Wo wir jede Anhöhe von einem Krater gekrönt sehen, und die Grenzen der meisten Lavaströme noch zu unterscheiden sind, müssen wir annehmen, daß hier, geologisch gesprochen, noch vor kurzem der Ozean sich ausbreitete.

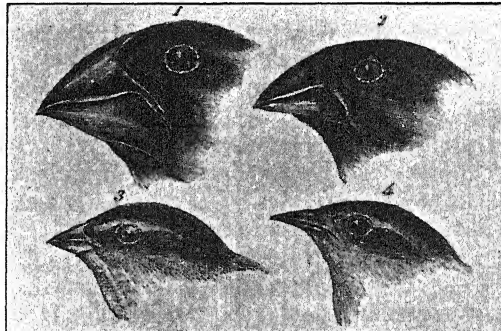
„Dadurch scheinen wir sowohl in bezug auf Raum wie auf Zeit in die Nähe der großen Tatsachen gelangt zu sein, in die Nähe dieses Mysteriums aller Mysterien die erste Erscheinung neuer Lebewesen auf diesem Erdboden.“

DARWIN schoß 26 Arten von Landvögeln, alle mit einer einzigen Ausnahme endemisch, die nichtendemische Art war amerikanisch. Später hat es sich herausgestellt, daß noch zwei Arten, auch an anderen Orten vorkommen.

Die interessanteste Vögelgruppe wird durch 13, alle endemische, Finkenarten gebildet. Die Männchen aller dieser Arten, oder wenigstens fast aller, sind kohlschwarz, die Weibchen mit einer oder zwei Ausnahmen braun.

Fig. 123.

1. *Geospiza magnirostris*;
2. *Geospiza fortis*;
3. *Geospiza parvula*;
4. *Ceathidea olivacea*
(nach CH. DARWIN).



Die eigentümlichste Tatsache ist der absolut allmähliche Übergang in der Schnabelgröße der verschiedenen Arten des Genus *Geospiza*, von der Größe eines Äpfelfinken (hawfinch) zu der eines Grünfinks (chaffinch). Den größten Schnabel dieses Genus zeigt Fig. 1, den kleinsten Fig. 3, aber statt der einen in Fig. 2 abgebildeten Zwischenform gibt es nicht weniger als sechs intermediäre Formen. Der Schnabel eines anderen Finkengenus dieser Inseln ist in Fig. 4 abgebildet; der Schnabel von *Cactornis*, einem Genus, welcher die Blüten der Kakteen erklettert, während die anderen ihre Nahrung auf dem Boden suchen, gleicht dem eines Stares, während der von *Camarhynchus* einem Papageienschnabel ähnlich sieht. Dieser allmähliche Übergang und die Strukturdivergenz bei Vögeln einer so kleinen nahe verwandten Gruppe veranlaßt uns zu dem Gedanken, daß eine der ursprünglich wenigen Arten, welche diese Inseln bewohnten, zu verschiedenen Zwecken modifiziert wurde.

Es gibt weiter auf sämtlichen Inseln des Galapagos-Archipels Riesenschildkröten, über welche wir bereits gesprochen haben, welche hier,

trotzdem sie auch an sonstigen Orten gefunden werden, zweifellos wild sind, und kaum irgendwo anders mehr einheimisch sind als hier.

Ein eigentümliches Eidechsgenuss: *Amblyrhynchus* ist in diesem Archipel endemisch: es gibt davon zwei Arten, die eine ein Land-, die andere ein Wassertier. Diese letztere, *A. cristatus* ist dem Leguan am nächsten verwandt, aber der kurze und breite Kopf, die starken gleichlangen Zehen deuten auf eine ganz andere, eigentümliche Lebensweise hin, was denn auch in der Tat zutrifft.

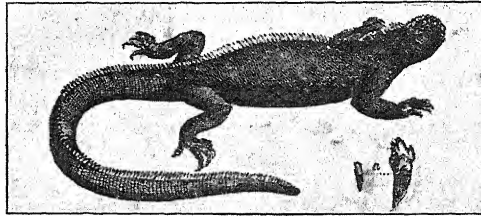


Fig. 124. *Amblyrhynchus cristatus* (nach DARWIN).

Das Tier ist auf allen Inseln sehr zahlreich und lebt ausschließlich auf den der Küste unmittelbar benachbarten Felsen, DARWIN sah nie eine weiter als 15 m vom Meere entfernt. Es ist ein häßliches, schmutzig-schwarzes, dummes und sich langsam und schwerfällig bewegendes Tier. Sie sind nie länger

als 4 Fuß; ein großes Exemplar wog 20 Pfund. Der Schwanz ist lateral zusammengedrückt und alle Füße besitzen Schwimmhäute; sie werden öfters auf eine Entfernung von Hunderten von Metern von der Küste, im Meere schwimmend, angetroffen. Im Wasser bewegen sie sich leicht und schnell.

Im Magen wurden nur Seealgen angetroffen, und zwar Ulvas und gewisse nicht näher bestimmte Florideen. Diese wachsen dort nicht hart an der Küste, sondern in einiger Entfernung auf dem Boden, wodurch also die Exkursionen ins Meer erklärt werden. Eine weitere Eigentümlichkeit dieses Wassertieres bildet seine Gewohnheit, sich nie ins Meer, sondern immer aufs Land zu flüchten. In keiner Weise konnte das Tier veranlaßt werden ins Meer zu gehen, und wenn man es hineinwarf, so kehrte es möglichst bald ans Land zurück. Die Erklärung dieses eigentümlichen Verhaltens findet DARWIN darin, daß das Tier im Meere in den Haifischen usw. Feinde hat, aber gar keine auf dem Lande, so daß sein Instinkt es immer wieder dem Lande zutreibt, und es sich lieber am Schwanz anfassend läßt, als daß es ins Meer zu entkommen sucht. Nur der Hunger kann es dazu veranlassen.

Die Landart: *A. Demarlii* hat einen runden Schwanz und entbehrt der Schwimmhäute. Diese Art kommt nicht auf sämtlichen Inseln vor, sondern nur auf der zentralen Gruppe, nämlich auf Albemarle, James, Barrington und Indefatigable. Sie scheint also im Zentrum des Archipels entstanden zu sein und sich von dort über ein kleines Gebiet verbreitet zu haben. Die Tiere dieser Art leben in untiefen Höhlen und sind so zahlreich, daß es lange dauerte, bevor DARWIN auf James-Insel eine höhlenfreie Stelle zur Aufstellung seines Zeltens finden konnte. Auch diese Tiere kennen keine Feinde wie aus DARWIN'S Erfahrung an einem eine Höhle grabenden Tiere hervorgeht:

I watched it for a long time, till half its body was buried; I then walked up and pulled it by the tail: at this it was greatly astonished, and soon shuffled up to see what was the matter; and then stared me in the face, as much as to say „What made you pull my tail“?

Diese Tiere leben hauptsächlich von Blättern und Cactusstücken und in den höheren Gegenden von Beeren, welche dort unter den Guyavitabäumen liegen. Um Acaciablätter zu erhalten kriechen sie an den gestutzten Bäumen hinauf, so daß man sie öfters ruhig äsend, auf Zweigen sitzen sieht, welche sich mehrere Fuß über dem Boden befinden. Diejenigen, welche die Niederungen bewohnen, entnehmen das nötige Wasser fast ausschließlich den abgebrochenen Zweigen der sukkulenten Cacteen.

Diese zwei Arten stimmen in ihrem allgemeinen Körperbau sowie in einem Teil ihrer Gewohnheiten überein. Keine von beiden hat die schnellen charakteristischen Bewegungen einer *Lacerta* oder einer *Iguana*. Beide sind herbivor, ihr Kopf ist sehr kurz und die Form des Maules gleicht der einer Schildkröte, was wohl als eine Anpassung an ihre vegetarische Diät zu betrachten ist.

Es ist recht interessant ein so gut charakterisiertes Genus zu finden, das trotz des Besitzes einer Land- und einer Wasserart auf einen so kleinen Teil der Welt beschränkt ist. Die Wasserart ist bei weitem die interessantere, da sie die einzig bekannte Eidechsenart ist, welche von Meerespflanzen lebt.

Die Inseln sind nicht so sehr, durch die Anzahl ihrer Arten, als durch die Zahl ihrer Individuen interessant. Mit ihren Tausenden von Schildkröten und herbivoren Eidechsen gibt es wohl kein Plätzchen auf der Erde, wo die Reptilien in so hohem Grade die Stelle herbivorer Säugetiere einnehmen.

Die Schalen von 16 Landmollusken wurden gesammelt; mit Ausnahme einer tahitischen *Helix*art, waren sie sämtlich neu.

Die Insekten sind, sowie die anderen Tiere, für ein tropisches Land recht klein und trübe gefärbt. DARWIN sammelte 25 Käferarten von denen 22 neu waren. Zwei von diesen gehören der Familie der Harpalideae an, zwei der Hydrophilideae, während neun Repräsentanten dreier verschiedener Heteromerafamilien sind und die zwölf übrigen zu 12 verschiedenen Familien gehören. Es ist eine überall Geltung habende Tatsache, daß auf Inseln, wo Insekten und Pflanzen in geringer Zahl vorhanden sind, die Zahl der Familien, welchen sie angehören, im Verhältnis zu der Zahl der Individuen außerordentlich groß ist.

Von den 185 gesammelten Pflanzenarten waren 10 eingeschleppte Unkräuter, von den 175 übrigen 100 neu und endemisch.

So bildet der Galapagosarchipel eine spezielle botanische Provinz, aber die Flora selbst ist bei weitem nicht so eigentümlich wie die von St. Helena oder Juan Fernandez.

Das Eigentümliche der Galapagosinseln zeigt sich am besten in gewissen Familien, so gibt es z. B. 21 Kompositenarten und sind 20 davon endemisch, sie gehören 12 Genera an, von welchen nicht weniger als 10 endemisch sind.

Nach HOOKER hat die Flora einen ausgeprägt amerikanischen Charakter, so daß dieser Archipel sowohl in bezug auf seine Flora wie auf seine Fauna dem amerikanischen Gebiet angehört.

Falls dieser Charakter nur verursacht worden wäre durch von Amerika aus eingewanderte Arten, wäre diese Tatsache nur mäßig interessant, aber wir sahen, daß bei weitem die meisten Landtiere und mehr als die Hälfte der Phanerogamen einheimische, endemische Produkte sind. Es war mehr als auffallend, sagt DARWIN, von neuen Vögeln, neuen Reptilien, neuen Muscheln, neuen Insekten, neuen Pflanzen

umgeben zu sein, und dennoch durch zahllose Strukturdetails oder sogar durch die Stimme oder das Federkleid der Vögel, die gemäßigten Flächen Patagoniens oder die trockenen Wüsten Nordchiles lebhaft vor Augen zu haben.

Weshalb sollten die Wesen, welche diese kleinen Inseln bewohnen, die noch vor kurzem der Ozean bedeckte, die aus basaltischer Lava bestehen und geologisch also vom benachbarten Amerika stark abweichen, die ein spezielles Klima besitzen, nach amerikanischem Muster geschaffen sein?

Wahrscheinlich gleichen die Inseln der Kap-Verdischen Gruppe, in physischer Hinsicht denen des Galapagosarchipels weit mehr als Amerika, und dennoch sind die Lebewesen, welche diese beiden Gruppen bewohnen, absolut verschieden, die der Kap-Verdischen Inseln tragen den Stempel von Afrika, die der Galapagosinseln den von Amerika.

Hier begann DARWIN also an die Veränderungsmöglichkeit der Arten zu denken, an die Möglichkeit, daß amerikanische Arten die Galapagosinseln bevölkert hätten und dort zu neuen Arten modifiziert worden wären.

Jedoch wie scharfsinnig diese Beobachtungen auch sind, DARWIN tat mehr.

Er bemerkte, leider erst während der letzten Zeit seines Aufenthaltes, so daß er nicht alles notierte, was er sonst darüber hätte aufzeichnen können, daß die verschiedenen Inseln zum großen Teile von verschiedenen Arten oder Formen bewohnt werden. Dies war wie DARWIN bemerkt recht unerwartet: I never dreamt that islands, about fifty or sixty miles apart, and mostly in sight of each other, formed of precisely the same rocks, placed under a quite similar climate, rising to a nearly equal height, would have been differently tenanted.

Die Bewohner können sagen, welcher Insel eine Schildkröte entstammt und BIBRON hat sogar zwei Arten aus diesem Archipel beschrieben. Die marine Eidechse von Albemarle-Insel ist größer als die der anderen und auch von diesen Tieren hat BIBRON zwei Arten gesehen.

Sämtliche Spottvögel auf Charles-Insel geschossen, gehörten zu einer Art: alle von Albemarle-Insel zu einer anderen, während die von James- und Chatham-Insel zusammen eine dritte Art bilden. Nun liegen aber zwischen James- und Chatham-Insel zwei andere Inseln, wenn man will sogar vier, welche diese Inseln gewissermaßen miteinander verbinden.

Wahrscheinlich sind auch die verschiedenen Finkenarten auf gewisse Inseln beschränkt, mit Sicherheit ließ sich dies nicht feststellen, da die Sammlungen dieser Vögel zum größten Teile durcheinander gemischt wurden.

In der kleinen Insektensammlung welche DARWIN hier machte, gab es von denen, deren Fundort angegeben war, keine einzige, welche auf mehr als einer Insel vorkam.

In bezug auf die Flora, gibt folgende Tabelle eine Übersicht. Glücklicherweise wurden hier die Sammlungen der verschiedenen Inseln gesondert aufbewahrt.

Gesammelt in	Totalzahl der Arten	Endemisch im Archipel	Auf die Insel, auf welcher sie gesammelt wurden, beschränkt
James-Insel	71	38	30
Albemarle-Insel	46	26	22
Chatham- „	32	16	12
Charles- „	68	29	21

Noch auffallender wird das Resultat, wenn wir gewisse Genera mehr in Einzelheiten betrachten, so ist z. B. *Scalesia*, ein eigentümliches baumartiges Kompositengenus, im Archipel endemisch; von den sechs Arten stammt eine von Chatham-, eine von Albemarle-, eine von Charles-, zwei von James-Island, und die letzte von einer der drei letzteren Inseln, man weiß aber nicht von welcher.

Euphorbia, ein ubiquistisches Genus, ist hier durch acht Arten repräsentiert, von denen sieben im Archipel endemisch sind, und jede dieser Arten ist auf eine einzige Insel beschränkt. *Acalypha* und *Borreria*, beide allgemein vorkommende Genera, zählen sechs und sieben Arten; mit Ausnahme von *Borreria* ist jede Art auf eine Insel beschränkt, während die übrig bleibende *Borreria*-Art auf zwei Inseln vorkommt.

Und dieses bei Inseln, welche sowohl in bezug auf ihre Bodenbeschaffenheit, wie auf ihr Klima fast identisch genannt werden dürfen!

Das sind die Tatsachen, welche DARWIN zum ernststen Nachdenken über den Ursprung der Arten anregten. Es spricht wohl für seine Selbstbeherrschung, daß er seine Theorie erst 22 Jahre später veröffentlichte, während er die dazwischenliegende Zeit zum Sammeln von immer mehr Tatsachen, welche seine Auffassung stützen konnten, verwendete, und daß er sie dann publizierte, hatte noch einen bestimmten Grund.

Hören wir, was er selber davon sagt:

„Early in 1856 Lyell advised me to write out my views pretty fully, and I began at once to do so on a scale 3 or 4 times as extensive as that which was afterwards followed in my „Origin of Species“; yet it was only an abstract of the materials which I had collected, and I got through about half the work on this scale.“

But my plans were overthrown, for early in the summer of 1858 Dr. Wallace, who was then in the Malay Archipelago, sent me an essay „On the Tendency of Varieties to depart indefinitely from the Original Type“ and this contained exactly the same theory as mine.

WALLACE bat DARWIN, seine Mitteilung, falls sie ihm gefalle, an LYELL zu schicken, was dieser tat. LYELL und HOOKER überzeugten DARWIN von der Notwendigkeit, seine Theorie zugleich mit der von WALLACE zu publizieren.

Ich bedauere, Ihnen so wenig über diese interessanten, für beide Männer höchst ehrenvollen Umstände mitteilen zu können, und kann Ihnen nur rathen, DARWIN'S Briefe zu lesen. Über LYELL'S und HOOKER'S Vorschlag sagt DARWIN:

„I was at first very unwilling to consent, as I thought Dr. Wallace might consider my doing so, unjustifiable, for I did not then know how generous and noble was his disposition. The extract from my MS. and the letter to Asay Gray had never been intended for publication, and were badly written. Mr. Wallace's Essay on the other hand was admirably expressed and quite clear. Nevertheless our joint productions excited very little attention, and the only published notice of them which I can remember was by Prof. Houghton of Dublin, whose verdict was that all that was new in them was false, and what was true was old. This shows how necessary it is, that any new view should be explained at considerable length in order to arouse public attention.“

Wie sehr DARWIN mit der Weise, in welcher die gemeinsame Publikation von WALLACE aufgenommen wurde, eingenommen war, geht aus folgendem Extrakt eines Briefes von DARWIN hervor; wir sehen

(A. L. S. Gray)
 A. Wallace (30)
 of Cambridge

daraus zu gleicher Zeit, daß LYELL noch nicht für die neuen Anschauungen gewonnen war:

Down, Jan. 25th 1859.

My dear Sir!

I was extremely much pleased at receiving three days ago your letters to me and to Dr. Hooker. Permit me to say how heartily I admire the spirit in which they are written. Though I had absolutely nothing whatever to do in leading Lyell and Hooker to what they thought a fair course of action, yet I naturally could not but feel anxious to hear what your impression would be. I owe indirectly much to you and them, for I almost think that Lyell would have proved right, and I should never have completed my larger work for I have found my abstract hard enough with my poor health, but now, thank God, I am in my last chapter but one. My abstract will make a small volume of 400 or 500 pages. Whenever published I will, of course, send you a copy and then you will see what I mean about the part which I believe selection has played with domestic productions — — — Every one whom I have seen has thought your paper very well written and interesting. It puts my extracts (written in 1839, now just twenty years ago) which I must say in apology were never for an instant intended for publication, into the shade.

You ask about LYELLS frame of mind. I think he is somewhat staggered but does not give in; and speaks with horror, often to me, what a thing it would be and what a job it would be for the next edition of the „Principles“ if he were „perverted“. But he is most candid and honest, and I think will end by being perverted. Dr. Hooker has become almost as heterodox as you or I, and I look at Hooker as by far the most capable judge in Europe. — —

Im Jahre 1859 publizierte DARWIN endlich seine „Origin of Species“ in einem Briefe vom 13. Nov. 1859 schreibt er an WALLACE u. a. „God knows what the public will think. No one has read it except Lyell, with whom I have had much correspondence. Hooker thinks him a complete convert, but he does not seem so in his letters to me — — if I can convert Huxley I shall be content.

Man sieht, daß DARWINS Erwartungen nicht hoch gespannt waren!

Schon bald waren LYELL, HUXLEY und ASA GREY überzeugt. Am 18. Mai 1860 schreibt DARWIN u. a. an WALLACE: „I received this morning your letter from Amboyna dated February 16th, containing some remarks and your too high approval of my book. — — Before telling you about the progress of opinion on the subject, you must let me say how much I admire the generous manner in which you speak of my book. Most persons would in your position have felt some envy or jealousy. How nobly free you seem to be of this common failing of mankind. But you speak far too modestly of yourself. You would, if you had my leisure, have done the work just as well, perhaps better than I have done it — — — Agassiz sends me a personal civil message, but incessantly attacks me, but Asa Grey fights like a hero in defence. Lyell keeps as firm as a tower, and this autumn will publish on the „Geological History of Man“ and will then declare his conversion, which now is universally known.“

Über den damaligen Stand der Wissenschaft gibt DARWIN folgendes Resümé, welches mir sehr richtig zu sein scheint.

„It has sometimes been said that the success of the „Origin“ proved that the subject was in the air or that men's mind were prepared for it. I do not think that this is strictly true for I occasionally sounded not a few naturalists and never happened to come across a single one who seemed to doubt about the permanence of species. Even Lyell and Hooker, though they would listen with interest to me, never seemed to agree. I tried once or twice to explain to able men what I meant by Natural Selection, but signally failed. What I believe was strictly true is that innumerable well observed facts were stored in the minds of naturalists ready to take their proper places as soon as any theory which would receive them was sufficiently explained.“

So war der Zustand als das Buch erschien; wie es aufgenommen wurde, will ich Ihnen an der Hand von HUXLEYS „On the Reception of the origin of Species“ mitteilen, Ihnen jedoch erst noch einen kurzen Passus aus DARWINS Autobiographie vorlesen, aus welcher wiederum seine außerordentliche Bescheidenheit hervorgeht:

„Therefore my success as a man of science whatever this may have amounted to, has been determined, as far as I can judge, by complex and diversified mental qualities and conditions. Of these, the most important have been — the love of science — unbounded patience in long reflecting over any subject — industry in observing and collecting facts — and a fair share of invention as well as of common sense. With such moderate abilities as I possess, it is truly surprising that I should have influenced to a considerable extent the belief of scientific men on some important points.

Sehen wir jetzt wie die „Origin“ aufgenommen wurde. Ich übersetze dazu zunächst ein Stück aus HUXLEY worunter leider sein schöner Stil bedeutend leiden wird.

„Für die gegenwärtige Generation, schreibt HUXLEY 1887 d. h. für Menschen ungefähr 30 Jahre alt, steht der Name DARWIN neben denen von NEWTON und FARADAY, und so wie diese ruft er das ideale Bild eines Suchers nach Wahrheit und eines Dolmetschers der Natur auf. Sie betrachten ihn, der diesen Namen trug, als eine seltene Kombination von Genialität, Arbeitsamkeit und unveränderlicher Wahrheitsliebe, als einen Mann, der aus eigener Kraft sich einen Platz erwarb unter den berühmtesten Männern seiner Zeit, trotz des Sturms allgemeiner Entrüstung und ohne jegliche Ermutigung oder Ermunterung durch äußere Ehrenbeweise; als einen, der trotz einer starken Empfindlichkeit für Lob und Tadel, und trotz heftiger Provokationen welche einen Ausbruch entschuldigt haben würden, frei blieb von jeglichem Mißtrauen, Haß oder Malice, und nie anders als ehrlich und gerecht handelte all der Unehrlichkeit und Ungerechtigkeit zum Trotz, welche über ihn ausgegossen wurden, als einen der bis ans Ende seiner Tage mit Geduld und Respekt die unwichtigsten Einwendungen anhörte.

Und in bezug auf die Theorie über die Entstehung der Lebewesen welche die Erde bevölkern, mit welcher DARWINS Name ebenso fest verbunden ist, wie der von NEWTON mit der Theorie der Schwerkraft, liegt der jetzigen Generation nichts ferner, als der Versuch sie durch Ridikularisierung zu entkräften oder sie zu zerschmettern unter dem Gewicht der Verdächtigung. Der Kampf ums Dasein und die natürliche Zuchtwahl sind Hauswörter und tägliche Begriffe geworden. Die Wirklichkeit und die Wichtigkeit der natürlichen Vorgänge, auf welche DARWIN sich stützt werden ebensowenig bezweifelt wie die des Wachs-

(H. H. Huxley)
 A Treatise (50)
 of Genesis & the Origin of Species

tums und der Fortpflanzung und ob man ihnen nun volle Tragkraft zuerkennen will oder nicht, es zweifelt niemand an ihrer immens hohen Wichtigkeit.

Wohin auch der Biologe sich wendet, sein Pfad wird beleuchtet durch die „Origin of species“; wenn er als Lehrer auftritt, so sind seine Vorlesungen von ihr durchtränkt. Nicht weniger groß war der Einfluß der DARWINSchen Gedanken außerhalb der Domäne der Biologie. Die älteste aller Philosophien, die Evolution, war während der Jahrtausende theologischer Scholastik an Händen und Füßen gefesselt in die dunkelste Finsternis gestürzt. Aber DARWIN ließ neues Blut in den alten Körper hineinströmen, die Fesseln fielen ab und der neugeborene Gedanke der alten Griechen war ein viel besserer Ausdruck der allgemeinen Weltordnung als irgend ein Schema, das getragen wurde von der Leichtgläubigkeit und dem Aberglauben von etwa 70 Menschengeschlechtern.

Für einen jeden, der die Zeichen der Zeit beobachtet, ist die Auf-
erstehung der Evolutionsphilosophie aus einem Abgrund von Haß, und ihr Anspruch auf den Thron der denkenden Welt, eines der wichtigsten Ereignisse des 19. Jahrhunderts. Die wichtigsten Waffen der modernen Evolutionskämpfer wurden von DARWIN geschmiedet und die „Origin of Species“ hat eine gewaltige Schar begeisterter Kämpfer gewonnen, welche in der Schule der wissenschaftlichen Beobachtung aufgewachsen waren, eine Schar, welche für à priori philosophische Spekulationen lange taub geblieben sein würde.

Ich glaube nicht, daß irgend eine aufrichtige und unterrichtete Persönlichkeit die Wahrheit dieser Worte leugnen wird. Er möge den Namen „Evolution“ hassen, er möge ihre Ansprüche ebenso lebhaft leugnen wie ein Jakobiner die Rechte George II. Aber sie ist da — ebenso fest auf ihrem Throne wie die Hannoveranische Dynastie, glücklicherweise aber unabhängig von der Begutachtung eines Parlaments, und sogar die dümmsten Antagonisten haben einsehen lernen, daß sie mit einem Gegner zu tun haben, dessen Knochen auch die größte Flut von Schimpfwörtern aushalten können.

Sogar die Theologen haben fast davon abgesehen, die deutliche Meinung der Genesis der nicht weniger deutlichen der Natur gegenüberzustellen! Ihre aufrichtigeren oder vorsichtigeren Repräsentanten behandeln die Evolution nicht mehr als eine verdammenswürdige Ketzerei, sondern haben sich die Sache auf folgende Weise zurechtzulegen versucht. Sie leugnen entweder, daß Genesis wissenschaftliche Wahrheit zu lehren suche, und retten also die Wahrheit dieser Chronik auf Kosten ihrer Autorität, oder sie erschöpfen sich im Ersinnen der grausamen Spitzfindigkeiten eines Versöhners und foltern Texte im eitlen Wahn, daß diese dadurch den Glauben der Wissenschaft bekennen werden. Aber, wenn der kurze aber heftige Schmerz vorüber ist, erholt sich die uralte Aufrichtigkeit des ehrwürdigen Dulders alsbald. Genesis ist ehrlich bis auf den Kern, und will nicht mehr scheinen als sie ist: eine Aufbewahrungsstelle ehrwürdiger Traditionen unbekannten Ursprungs, welche keine wissenschaftliche Autorität beansprucht und auch keine besitzt.

Nun, da meine Feder dies geschrieben hat, amüsiert mich der Gedanke an den fürchterlichen Aufruhr, welcher infolge ähnlicher Äußerungen vor etwa einem Vierteljahrhundert sich erhob. In der Tat ist der Unterschied, zwischen dem jetzigen Zustand der öffentlichen Meinung über Darwinismus, zwischen der Achtung, welche dieser jetzt in der

wissenschaftlichen Welt genießt, zwischen der Zustimmung oder wenigstens der Ergebung sich respektierender Theologen der jetzigen Zeit und dem Antagonismus in den Jahren 1858/59, als die neue Theorie der älteren Generation bekannt wurde, so überwältigend groß, daß, falls es an authentischen Beweisen fehlen sollte, ich bisweilen denken würde, daß meine Erinnerungen an jene Zeiten nur Träume wären.

Ich hege großen Respekt für die jüngere Generation, sie kann unser Leben schreiben, und unsere Torheiten an den Pranger stellen, falls sie Lust dazu verspürt, und es würde mich freuen, falls diese Gefühle auf Gegenseitigkeit beruhten, aber ich fürchte, daß die Erzählung unseres Verhaltens DARWIN gegenüber, ein großes Hindernis für die Verehrung unserer Weisheit, bilden wird, welche ich doch so gerne bei ihr sehen möchte.

Wir können sogar nicht die Entschuldigung gelten lassen, daß DARWIN damals ein obskurer Novitius gewesen sei, der kein Recht auf unsere Aufmerksamkeit gehabt hätte. Im Gegenteil seine wichtigen zoologischen und geologischen Untersuchungen hatten ihm schon lange einen Platz erobert unter den eminentesten und originellsten Forschern seiner Zeit; während seine bezaubernde „Voyage of a Naturalist“ ihm mit Recht einen großen Ruf bei dem größeren Publikum verschafft hatte.

Ich zweifle, ob irgend ein damals lebender Mann mehr Recht hatte zu erwarten, daß was er auch über die Entstehung der Arten sagen möchte, dies mit tiefer Aufmerksamkeit angehört, und mit Respekt diskutiert worden wäre, und es gab gewiß keinen Mann dessen persönlicher Charakter ein besserer Schild hätte sein sollen, als der seinige gegen Anfälle, welche von Boshaftigkeit durchtränkt und mit schamloser Impertinenz gewürzt waren.

Und doch war dies das Los des freundlichsten und ehrlichsten Mannes den ich je gekannt habe und Jahre gingen vorüber bevor Mißdeutung, Spott und Denunziation aufhörten, die wichtigsten Waffen der meisten seiner Kritiker zu bilden.

Im Juli 1860 erschien ein anonymer Aufsatz in „The Quarterly Review“, welcher, wie sich später herausstellte geschrieben war von Bischof WILBERFORCE. Darauf beziehen sich folgende Sätze HUXLEYS:

„Ungerne scharre ich einen dieser alten Skandale aus der wohlverdienten Vergessenheit hervor, aber ich muß meine Meinung, welche dem jetzigen Geschlecht übertrieben vorkommen könnte, beweisen, und es giebt keine „pièce justificative“ die sich besser dazu eignet, oder solcher Unehre würdiger wäre, als dieser Artikel in der Quarterly Review. Seit LORD BROUGHAM Dr. JOUNG angriff hat die Welt kein stärkeres Beispiel der Impertinenz eines oberflächlichen Ignoranten gesehen, wie dieses merkwürdige Produkt, in welchem einer der vorsichtigsten Begründer, und einer der offenherzigsten Erklärer, dieser oder irgend einer anderen Zeit, verhöhnt wurde als ein „flighty person, who endeavours „to prop up his utterly rotten fabric of guess and speculation“ and whose „mode of dealing with nature“ is reprobated as „utterly dishonourable to Natural science.“

Und dieser Bombast, welcher bei einem der DARWIN ebenbürtig gewesen wäre unverschämt gewesen sein würde, wurde von einem Autor ausgekramt, dessen Mangel an Intelligenz oder an Gewissen oder an beiden so groß ist, daß er als Einwendung DARWIN fragen konnte: „Ist es glaublich, daß alle günstigen Knollenvarietäten die Neigung haben würden sich zu Menschen zu entwickeln, und der auf dem Gebiete der

(H. L. May)
 A Treatise of Conscientiousness

Palaöntologie so unwissend war, daß er reden konnte von den Blumen und Früchten der Kohlenperiode, der so geringe Kenntnisse von vergleichender Anatomie besaß, daß er behaupten konnte, daß der Giftapparat der Giftschlangen, gänzlich von den gewohnten Gesetzen tierischen Lebens abweiche und ganz vereinzelt dastehe, der so dumm war, daß er fragen konnte: „Welcher günstige Umstand könnte die Form der Blutkörperchen, zu welchen das Blut verdunsten kann, verändern?“

Wir sehen aus diesen Zitaten, mit welchen Vorurteilen und mit welchen Dummheiten DARWIN zu kämpfen hatte. Erlauben Sie mir diesen Bischoff WILBERFORCE noch einmal vor Ihnen auftreten zu lassen und zwar bei Gelegenheit der Versammlung der British Association im Jahre 1860 zu Oxford.

Dort sollte Bischoff WILBERFORCE dessen „first Class in Mathematics“ ihm in den Augen des Publikums das Recht erteilte wissenschaftliche Fragen zu erörtern, DARWIN zerschmettern. HUXLEY beabsichtigte dies zu ignorieren, und wollte fortgehen als der Bischoff an die Reihe kam, doch blieb er auf Wunsch von DARWINS Freunden.

Nachdem Bischoff WILBERFORCE geredet hatte, und dieselben Argumente seines Quarterly Review-Aufsatzes verwendet hatte, nachdem er in spöttelnder Weise behauptet hatte, daß der Evolutionsgedanke nicht den geringsten Wert hätte, daß Felsentauben immer Felsentauben gewesen wären, wandte er sich mit einem unverschämten Lächeln an HUXLEY und fragte ihn ob er durch seinen Großvater oder durch seine Großmutter von einem Affen abstammte.

HUXLEY wartete bis man ihn aufforderte zu antworten und sprach dann die denkwürdigen Worte:

Ich behauptete — und ich wiederhole — daß ein Mensch keinen Grund hat sich zu schämen einen Affen als Großvater zu haben. „Falls ich mich über einen Ahnen schämen würde, würde es über einen Mann sein — einen Mann von ruhelosem und geschmeidigem Intellekt — der nicht zufrieden mit seinem Erfolg in eigener Sphäre, sich in wissenschaftliche Fragen stürzt, von welchen er keine eigentlichen Kenntnisse besitzt mit der einzigen Absicht sie zu verwirren, durch zwecklose Beredsamkeit und welcher die Aufmerksamkeit seiner Zuhörer ablenkt durch beredete Abschweifungen und ein behendes Hervorrufen religiöser Vorurteile.“

Neun Jahre später waren die Theologen zwar noch nicht viel besser, aber der Zustand war ein ganz anderer als im Jahre 1860, als eine Rede wie die von Bischof Wilberforce in der Tat großes Übel hätte verursachen können. Jetzt fürchtet man sie nicht mehr, wie aus dem leichten Tone eines Briefes von HUXLEY an DARWIN nach der Exeter Meeting der British Association hervorgeht:

„As usual your abominable heresies were the means of getting me into all sorts of hot water at the Association. Three parsons sat upon you and if you were the most malicious of men you could not have wished them made greater fools of themselves than they did. They got considerably chaffed, and that was all they were worth.“

Noch jetzt wirkt DARWINS Namen auf gewisse Theologen wie ein rotes Tuch auf einen Stier; es sind dies aber nicht die besten.

Wie war nun der Zustand in den Kreisen der Wissenschaft? Wurde dort DARWINS Theorie sofort allgemein akzeptiert? Keineswegs, trotzdem der Umstand daß die ganze Auflage (1240 Exemplare) der Origin of Species bereits am Tage der Erscheinung ausverkauft war,

wohl zeigt, daß es nicht an Interesse fehlte. Wenn ich meine Übersicht auf etwa ein Jahr nach dem Erscheinen der „Origin“ beschränke, sagt HUXLEY, finden wir unter den wissenschaftlichen Kritikern DARWIN'S: LOUIS AGASSIZ, den ausgezeichneten Entomologen MURRAY, den rühmlich bekannten Botaniker HARVEY, und den Autor eines Artikels in der „Edinburgh Review“ welche sämtlich stark gegen DARWIN waren.

AGASSIZ schreibt:

The arguments presented by Darwin in favor of a universal derivation from one primary form of all the peculiarities existing now among living beings have not made the slightest impression on my mind.

Until the facts of nature are shown to have been mistaken, by those who have collected them, and that they have a different meaning from that now generally assigned to them, I shall therefore consider the transmutation theory as a scientific mistake, untrue in its facts, unscientific in its method and mischievous in its tendency.“

PICTET, der berühmte und gelehrte Genfer Paläontologe, behandelt DARWIN mit einem Respekt, der einen wohlthuenden Gegensatz bildet zu dem Tone einiger der genannten Kritiker, will aber nur eine kurze Strecke mit ihm zusammengehen.

Dagegen erklärte sich LYELL, bis dahin einer der Stützen der entgegengesetzten Meinung für DARWIN, jedoch nicht ohne ernste Warnung. Trotzdem war sein Übertritt ein großer Gewinn, und der Mut mit welchem er die Wahrheit, dem Verharren bei alten ihm lieben Ideen vorzog, gereicht ihm zur Ehre. Evolutionisten „sans phrase“ waren, soweit ich mich erinnern kann unter den Biologen nur ASA GRAY, welcher unentwegt in Amerika stritt, HOOKER der in England nicht weniger Kraft entfaltete Sir JOHN LUBBOCK und ich selber [HUXLEY]. WALLACE war weit weg, irgendwo im Malaischen Archipel, aber sogar von seinem eigenen Anteil an der Theorie abgesehen, würde doch eine Aufzählung der damals wirkenden Einflüsse unvollständig sein, ohne seines mächtigen 1855 publizierten Essays. „On the Law which has regulated the Introduction of New Species“ zu gedenken. Nun da ich es von neuem lese, wundere ich mich über den geringen Eindruck welchen es damals machte.

In Frankreich gelang es dem Einfluß vom ELIE DE BAUMONT und von FLOURENS — von welchen der erstere „damned himself to everlasting fame“ durch die Erfindung des Schimpfwortes „La science mousante“ für Evolution — um nicht von dem geringen Wohlwollen anderer Mitglieder der Akademie zu reden — während langer Zeit DARWIN tot zu schweigen, und viele Jahre gingen vorüber, bevor die Akademie sich von der Schmach reinigte, daß DARWIN'S Namen auf der Liste ihrer Mitglieder fehlte.

Hingegen gab ein eminenter Autor, der außerhalb des Kreises akademischer Einflüsse sich bewegte, M. LANGEL, eine ausgezeichnete und anerkennende Übersicht über die „Origin“ in der Revue des deux Mondes.

Deutschland nahm Zeit zur Überlegung. BRONN gab eine „slightly Bowdlerized“, Übersetzung der „Origin“ und Kladderadatsch riß Witze über die Affenabstammung, aber ich kann mich nicht entsinnen, daß 1860 irgend eine wissenschaftliche Autorität sich öffentlich für DARWIN erklärt hätte, obgleich von BAER mir 1860 seine allgemeine Einstimmung brieflich bezeugte. Keiner von uns träumte damals, daß in einigen

(H. L. Huxley)
 A Treatise of Constitution

wenigen Jahren die Kraft und ich darf hinzufügen die Schwäche des Darwinismus die meisten und besten Illustrationen aus dem Lande der Gelehrten erhalten würde.

Wenn ein Ausländer, fährt HUXLEY fort, über die Ursachen dieser Periode des Stillschweigens spekulieren darf, so meine ich, daß die eine Hälfte der Deutschen zu orthodox, die andere zu heterodox war. Die letzteren waren ja alle à priori Evolutionisten, und sie müssen die, für deduktive Philosophen natürliche Abneigung verspürt haben, als man ihnen eine induktive und experimentelle Basis bot, für eine Überzeugung, welche sie auf kürzerem Wege gewonnen hatten. Es ist zweifellos unangenehm zu erfahren, daß trotz unserer richtigen Resultate, die Basis für dieselben falsch oder ungenügend ist.

Alles zusammen betrachtet, waren also die Unterstützer der DARWINschen Lehre 1860 recht wenig zahlreich. Zweifellos würde ein Konzilium der Wissenschaft sie damals mit gewaltiger Mehrheit verworfen haben. Darwinismus wurde alles in allem genommen schlecht aufgenommen. Aber wie schnell änderte sich dies; bereits 1868 konnte HUXLEY an DARWIN schreiben:

„We had a capital meeting at Norwich, and dear old Hooker came out in great force as he always does in emergencies.

The only fault was the terrible „Darwinismus“ which spread over the section and crept out when you least expected it, even in Fergusson's lecture on „Buddhist Temples“.

You will have the rare happiness to see your ideas triumphant during your life time.

P. S. I am preparing to go into opposition, I can't stand it.

Deutschland verdankt es hauptsächlich HAECKEL, daß der Darwinismus dort so schnell durchdrang. Im Jahre 1865 rät HUXLEY ihm von einer geplanten Reise ab, indem er sagt:

„There are plenty of people who can observe and whose places, if they are expended by fever or shipwreck, can be well enough filled up. But there are very few who can grapple with the higher problems of science, as you have done, and are doing and we cannot afford to lose you. It is the organisation of knowledge rather than its increase which is wanted just now.“

Das war ganz richtig, man kannte zahllose Tatsachen, aber der Zusammenhang fehlte. Dieser wurde durch die „Origin of Species“ gebracht. Sehen wir also, was dieses Buch uns lehrt.

Literaturverzeichnis

zum ersten Bande.

- ARISTOTELES 1783. *Histoire des Animaux*. Traduction Camus, Paris 1783.
- BATESON, W. 1894. *Materials for the study of Variation, treated with special regard to Discontinuity in the origin of species*. London, Mac Millan & Co. and New-York 1894.
- 1902. *Mendels Principles of Heredity*. Cambridge University Press 1902.
- 1904. Address [of the President] to the Zoological Section [D]. British Association for the Advancement of Science. Cambridge 1904.
- , SAUNDERS, PUNNET and HURST 1905. *Experimental studies in the Physiology of Heredity*. Report to the Evolution Committee of the Royal Society. Report II, Harrison & Sons, St. Martins Lane, London 1905.
- BEYERINCK, M. W. 1882. *Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen*. Amsterdam 1882.
- BONNIER, G. *Cultures expérimentales dans les Alpes et les Pyrénées*. *Revue de Botanique*, T. II, p. 513 ff.
- BUFFON, G. L. 1749—1783. *Histoire générale et particulière*. Paris 1749—1783.
- CHAUVIN, v. 1885. *Über den Axolotl*. *Zeitschr. f. wiss. Zoologie* 1885.
- COESFELD 1892. *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose*. *Botanische Zeitung* 1892, p. 187.
- COPE, E. D. 1895. *The primary Factors of Organic Evolution*. Chicago 1895.
- CORRENS, C. 1900. *G. Mendels Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde*. *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* 1900, Bd. XVIII, p. 158.
- 1895. *Gregor Mendels Briefe an Karl Nägeli 1866—1873*. *Abhandl. d. math. physikal., Kl. d. Königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch.* 1905.
- COSTANTIN 1886. *Sur les feuilles aquatiques*. *Ann. d. Sc. nat. bot.*, ser. VII, T. III, p. 126.
- CUÉNOT 1903. *L'hérédité de la pigmentation chez les souris*, note II. *Arch. d. Zool. exp. et gén.* 1903, Tome I, No. 3, p. 33—41.
- CUVIER, G. 1826. *Discours sur les Revolutions de la surface du globe et sur les changements qu'elles ont produit dans le règne animal*. Paris 1826.
- DARWIN, C. 1845. *A Naturalists Voyage around the World*. New Edition. London 1890, John Murray.
- 1868. *A Provisional Hypothesis of Pangenesis in: Animals and Plants under Domestication*. Revised. Second Edition, Vol. II, p. 349—399. London 1893, John Murray.
- DAVENPORT, C. B. 1904. *Statistical Methods with special Reference to biological variation*. NewYork, John Wiley & Sons; London, Chapman & Hall 1904.
- DETTO 1904. *Die Theorie der direkten Anpassung*. Jena 1904, Fischer.
- EIMER 1888—1901. *Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachsens*. Jena 1888—1901.
- ENGELMANN, TH. W. 1902. *Über experimentelle Erzeugung zweckmäßiger Änderungen der Färbung pflanzlicher Chromophylle durch farbiges Licht*. *Arch. f. Physiol. und Anat., Physiol. Abt.*, Jahrg. 1902, p. 333.
- 1903. *Über die Vererbung künstlich erzeugter Farbenänderungen der Oscillatorien*. Nach Versuchen von Herrn N. GAIDUKOV. *Arch. f. Physiol. u. Anat., Physiol. Abt.*, Jahrg. 1903, p. 214.

Library of Constatin
1778
(1778)
1778
(1778)

- FISCHER, E. 1901. Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften. Allgem. Zeitschr. f. Entomologie, Juni 1901, p. 482—488.
- FLOURENS, P. 1844. Buffon, Histoire de ses Travaux et de ses idées. Paris 1844.
- GAIDUKOV, N. 1902. Über den Einfluß farbigen Lichtes auf die Färbung lebender Oscillarien. Anh. z. d. Abhandl. d. Königl. preuß. Akad. d. Wissensch. 1902.
- 1903. Weitere Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf Oscillarien. Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch., 1903, Bd. XXI, p. 484.
- GALTON, F. 1889. Natural Inheritance. London 1889.
- GOEBEL, K. 1889—91. Biologische Schilderungen. Marburg.
- 1895. Über die Einwirkung des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. Flora 1895, p. 96 ff.
- 1898. Über Studium und Auffassung der Anpassungserscheinungen bei Pflanzen. Festschr. München 1898, Verlag der Akademie.
- 1898—1901. Organographie der Pflanzen. Jena 1898—1901.
- GREGORY 1904. Spore-formation in leptosporangiate Ferns. Annals of Botany, p. 445 ff.
- GUAITA, V. G. 1898. Versuche mit Kreuzungen von verschiedenen Rassen der Hausmaus. Ber. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg 1898, Bd. X, p. 317.
- 1900. Zweite Mitteilung. Ibid. 1900, Bd. XI, p. 131.
- HANSEN, E. CHR. 1897. Om variationen hos ölöstvamparne och hos andra Saccharomyceter. Svenska Bryggare-föreningens Månadsblad. Ref. in Zentralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. IV., p. 89.
- 1899. Neue Untersuchungen über die Sporenbildung bei Saccharomyceten. Zentralbl. f. Bakt. 1899, II. Abt., Bd. V, p. 1.
- HERBST, C. 1895. Bedeutung der Reizphysiologie für die Ontogenie. Biol. Zentralbl., p. 721 ff.
- 1899. Archiv f. Entwicklungsmechanik 1899, Bd. IX, p. 215.
- HILDEBRAND, F. 1899. Über eine zygomorphe Fuchsiablüte. Bot. Zentralbl., Bd. LXXVII, p. 177.
- HUXLEY, Th. 1887. On the Reception of the Origin of Species. Life and Letters of Charles Darwin, Vol. II, p. 179 ff.
- JOHANNSEN, W. 1903. Über Erbllichkeit in Populationen und in reinen Linien. Jena 1903, Fischer.
- KASSOWITZ 1899. Allgemeine Biologie, Wien 1899.
- KELLER, C. 1905. Die Mutationstheorie von de Vries im Lichte der Haustiergeschichte. Archiv für Rassen und Gesellschaftsbiologie 1905, p. 11.
- KERNER 1891. Pflanzenleben, I. Aufl., Bd. II.
- KLEBAHN, H. 1904. Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904.
- KLEBS, G. 1896. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
- 1903. Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena, G. Fischer.
- KLEMM, P. 1893. Über Caulerpa prolifera. Flora 1893, p. 460.
- KÖNIG. Lettres de Leibnitz in l'Appel au Public. Appendice.
- KOHL 1886. Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Braunschweig 1886.
- KÖLLIKER 1872. Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien.
- KORSHINSKY 1901. Heterogenesis und Evolution. Flora-Ergänzungsband 1901, p. 240.
- LAMARCK 1809. Philosophie zoologique ed. Martins. Paris 1873, Sary.
- LANG, W. H. 1898. On Apogamy and the development of Sporangia upon Fern Prothalli. Philos. Transact. Royal Society, Series B, Vol. CLXL, p. 187—287.
- LECHE 1902. Ein Fall von Vererbung erworbener Eigenschaften (Phacochorus). Biol. Zentralbl. No. 3, p. 79.
- LEITGEB. Die Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte. Sitzber. Akad. Wien. Math. Naturw. Kl., Bd. LXXIV.
- LOEB, J. 1905. Studies in general Physiology. Chicago, Press 1905.
- LOTSY, J. P. 1905. Die x-Generation und die 2x-Generation. Biol. Zentralbl. 1905, Bd. XXV, p. 97—117.
- LOTTELLIER 1893. Influence de l'état hygrométrique et de l'éclairement sur les tiges et feuilles des plantes à piquants, Lille 1893 et Revue Botanique, Vol. V.
- LUDWIG, F. 1895. Über Variationskurven und Variationsflächen der Pflanzen. Bot. Zentralbl. 1895, Bd. LXIV, p. 1, 33, 65, 97, 248, 416.
- LYELL, C. 1867—1868. Principles of Geology. London.
- MALESHERBES. Observations sur l'histoire naturelle de la nature etc., T. I, p. 9.
- MASSART, J. 1896. Sur la Morphologie du Bourgon. Annales du Jardin. Bot. de Buitertzorg, Bd. XIII, p. 121—136.

- MASSART 1902. L'accomodation individuelle chez le *Polygonum amphibium*. Bull. d. jardin Bot. de l'Etat à Bruxelles, Vol. I, fasc. 2, Sept. 1902.
- MENDEL, G. 1894. Versuche über Pflanzenhybriden. Verhandlungsschriften des Naturforschenden Vereins in Brünn, Bd. IV, 1865.
- MILLARDET 1894. Note sur l'hybridation sans croisement, ou fausse hybridation. Mém. Soc. Sc. Bordeaux, 1894, Ser. 4, Vol. IV, p. 347.
- MIRBEL 1835. Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Marchantia polymorpha*. Mém. de l'Acad. d. Sc. de l'Institut de France 1835.
- MÜLLER, R. 1905. Biologie und Tierzucht. Stuttgart 1905.
- NÄGELI, C. 1884. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München.
- NOLL, F. 1903. Beobachtungen über embryonale Substanz. Biol. Zentralbl., Bd. XXIII, p. 281, 321, 401.
- NOORDDUYN 1903. Iets over de Kleuren en Kleurverandering der Vogels en Paring van Varieteiten. Album der Natuur 1903.
- PEARSON, C. 1904. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution XII. On a generalized Theory of Alternative Inheritance with special reference to Mendels Laws. Philos. Transac. of the Royal Society of London, Series A, Vol. CCIII, p. 53—86.
- PFEFFER 1871. Über den Einfluß des Lichts auf die Entwicklung von *Marchantia*. Arb. d. Bot. Inst. zu Würzburg, Bd. I, p. 77 ff.
- 1890. Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen nebst Bemerkungen über den Aggregationszustand des Protoplasmas und über osmotische Vorgänge. Abh. d. math. phys. Kl. d. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1890, Bd. XVI, p. 185—345.
- PLATE 1903. Über die Bedeutung des Darwinschen Selektionsprinzips und Probleme der Artbildung. Leipzig 1903.
- REINKE 1901. Einleitung in die theoretische Biologie.
- ROSENBERG, O. 1904. Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. Ber. d. Deutschen Bot. Ges. 1904.
- ROUX, W. 1881. Der Kampf der Teile im Organismus. Leipzig 1881. Ges. Abh., Bd. I, No. 4, p. 135—422.
- SACHS, J. v. 1887. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. Leipzig 1887. Gesammelte Abhandlungen, p. 1159 ff.
- SCHACHT, H. 1852. Die Pflanzenzelle.
- SCHIMPER, A. F. W. 1885. Untersuchungen über die Chlorophyllkörner und die ihnen homologen Gebilde. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XVI, p. 1.
- SCHINDLER, A. 1902. Gedächtnisrede auf Gregor Mendel (nicht im Buchhandel).
- SCHMITZ, F. 1883. Die Chromatophoren der Algen. Verh. d. Naturw. Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalen. 40. Jahrgang.
- SOMMER 1900. Die Brown-Sequardsche Meerschweinchenepilepsie und ihre erbliche Übertragung auf die Nachkommenschaft. Inaug.-Diss., Jena 1900.
- SPENCER, H. 1864. The Principles of Biology. London 1864.
- 1867. First Principles. London 1867.
- Stahl, E. 1892. *Oedocladium protonema*, eine neue Oedogoniaceen-Gattung. Pringsh. Jahrb., Bd. XXIII, p. 339—349.
- TITTMANN, H. 1895. Physiologische Untersuchungen über Callusbildung an Stecklingen holziger Gewächse. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXVII, p. 164 ff.
- TSCHERMAK, E. 1900. Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen in Österreich 1900, Bd. III, p. 465.
- 1904. Die Theorie der Kryptomerie und des Kryptohybridismus I. Beih. Bot. Zentralbl. 1904, Bd. XVI, p. 11.
- UHLHUTH 1904. Ein neuer Beweis für die Verwandtschaft zwischen Menschen- und Affengeschlecht. Archiv f. Rassen- und Gesellschaftsbiologie 1904, Bd. I, p. 682—688.
- VÖCHTING, H. 1884. Über Organbildung im Pflanzenreich, Bd. I, Bonn 1878; *ibid.*, Bd. II 1884.
- 1887. Über die Bildung der Knollen. Bibliotheca Botanica 1887, H. 4.
- DE VRIES, HUGO. 1885. Plasmolytische Studien über die Wand der Vakuolen. Pringsh. Jahrb., Bd. XVI, p. 465.
- 1889. Intrazelluläre Pangenesis. Jena 1889.
- 1899. Über Kurvens Selektion bei *Chrysanthemum segetum*. Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch., Bd. XVII, p. 84.
- 1900. Das Spaltungsgesetz der Bastarde. Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch., Bd. XVIII, p. 83.
- 1901. Die Mutationstheorie. Leipzig 1901.
- 1903. Befruchtung und Bastardierung. Leipzig 1903.
- WARMING. Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie.

- WEISMANN, A. 1892. Aufsätze über Vererbung und verwandte biologische Fragen.
— 1904. Vorträge über Deszendenztheorie, 2. Aufl. Jena 1904.
- WENT, F. 1888. Die Vermehrung der Vakuolen durch Teilung. Pringsh. Jahrb.,
Bd. XIX, p. 295—353.
— 1890. Die Entstehung der Vakuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen.
Pringsh. Jahrb., Bd. XXI.
- WIESNER, H. 1895. Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen etc. Sitz.-
Ber. d. K. K. Akad. d. Wissensch. in Wien 1895, p. 685.
- WINKLER, H. 1900. Über die Regeneration der Blattspreite bei einigen Cyclamen-
arten. (Vorl. Mitt.) Ber. d. Deutschen bot. Gesellsch. 1902, Bd. XX, p. 81.
— 1905. Über Polarität, Regeneration und Heteromorphose bei Bryopsis. Jahrb.
f. wissenschaftl. Bot. 1900, Bd. XXXV, p. 449.
- WORONIN. In: DE BARY u. WORONIN, Beiträge zur Morphol. u. Physiol. d. Pilze,
Bd. III, p. 10.
- YULE, G. UDNEY 1902. Mendels Laws and their Probable Relations to Intraracial
Heredity. New Phytologist 1902, p. 193, 222.
- ZIMMERMANN, Über den Einfluß des Lichtes auf die Entwicklung von Marchantia,
Arb. d. Bot. Inst. zu Würzburg, Bd. II, p. 665.